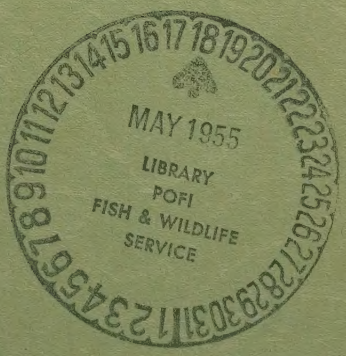
77

農林省
水産講習所研究報告

第4巻　　第1号

THE JOURNAL OF THE SHIMONOSEKI COLLEGE OF FISHERIES

Vol. 4, No. 1



農林省水産講習所
下関市吉見

(昭和30年2月発行)

Published by
the Shimonoseki College of Fisheries
Yoshimi, Shimonoseki City, Japan.
FEBRUARY, 1955

農林省
水産講習所研究報告

第4巻　　第1号

農林省水産講習所
下関市吉見

（昭和30年2月発行）

目　次

スンダ列島西岸域の海況（1）．・・・・・・・・・・・・・・・・・・佐　藤　猛　郎・・・・1

光電比色計による魚肉腐敗過程の研究　第1報
　アンモニヤ態窒素の定量．・・・・・・・・・田川昭治・芳野信夫・宮内敬三郎・・・・21

遠洋底曳網漁獲物の原料学的研究
　1．各種原料魚肉の溶解度について．・・・・大庭安正・白石友義・稲益猷二・・・・25

魚肉変質の生化学的研究（1）
　防腐剤を添加した魚肉中に生ずる揮発性塩基—アンモニア及びトリメチルアミン—
　に就て．・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・藤井　実・富田輝雄・・・・29

揮発性塩基の減圧蒸溜に関する研究（1）
　硫安を使用した場合の被蒸溜液のpHと蒸溜率の関係に
　就いて．・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・藤　井実・野口雅敏・・・・33

　鮎幽門垂のアミラーゼ・マルターゼに就いて．・・・・・・・・武　居　　薫・・・・37

Studies on the Rays and Skates Belonging to the Family *Rajidae*, Found in Japan and Adjacent Regions.
　6. *Raja macrocauda*, a New Skate.・・・・・・・・・Reizo ISHIYAMA.・・・・43

スケトータラに発生した繊維形成肉腫の1例．・・・・・・・・・・西　川　昇　平・・・・53

サザエ *Turbo cornatus* SOLANDERの成長並びに棘の消長に
　就いて．・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・網　尾　　勝・・・・57

ドジョウの形態学的研究
　第1報　雌雄に依る形態的差異に就いて．・・・・・久保田善二郎・松井　魁・・・・69

魚体温に関する研究
　I 水温と体温との関係に就いて．・・・・・・・・・・・・平野　修・松井　魁・・・・79

スンダ列島西岸海域のプランクトンに就いて．・・・・・・・・千葉卓夫・鶴田新生・・・・83

アコヤガイの環境変化に対する抵抗性の研究
　（2）心臓の搏動に就いて．・・・・・・・・・・・・・・・小　林　　博・・・・95
　（3）衝撃に対する介殻の強さ．・・・・・・・・・・・・・小　林　　博・・・111

Contents

Oceanographical Conditions on the Coastal Waters west of the Sunda Archipelago(1). . . . . Takerow SATOW 1

Electrophotometric Studies on the Fish Meat Putrefaction Process.
1. Determination of NH_3-Nitrogen.
. . Shōji TAGAWA, Nobuo YOSHINO, Keizaburo MIYAUCHI 21

Studies in Fish Meat as Raw Material. 1. On Solubility of Various Fish Meat in Different Concentration of NaCl Solutions.
. . . Yasumasa ŌBA, Tomoyoshi SHIRAISHI, Yūji INAMASU 25

Biochemical Studies on the Degeneration and Putrefaction of Fish Meat. (1). On Volatile Base-Ammonia and Trimethylamine from Fish Meat immersed in Solution of an Antiseptics as Toluene, Toluene-Chloroform Mixture.
. . . . . Minoru FUJII, Teruo TOMITA 29

Studies on Vacuum Distillating Method for Determination of Volatile Base. (1). Relation Between Percentage of Distilled Volatile Base and pH of Distillable Solution when $(NH_4)_2 SO_4$ was used.
. . . . . Minoru FUJII, Masatoshi NOGUCHI 33

Some Properties of Amylase and Maltase in Pyloric Coeca of *Plecoglossus altivelis* T. & S. . . . . Kaoru TAKESUE 37

Studies on the Rays and Skates Belonging to the Family *Rajidae*, Found in Japan and Adjacent Regions.
6. *Raja macrocauda*, a New Skate. . . . . Reizo ISHIYAMA. 43

A Case of Fibroplastic Sarcoma Developed in *Theragra chalcogramma* (PALLAS), ... Shiyōhei NISHIKAWA 53

On Growth and Development of Spines of the Top Shell (*Turbo cornatus* SOLANDER). . . . . Masaru AMIO 57

Morphological Studies on the Loach, *Misgurnus anguillicaudatus* (CANTOR).
1. On Morphological Difference Closely Related to Sex Determination.
. . . . . Zenjirō KUBOTA, Isao MATSUI 69

Notes on body-temperature of Fish. 1. Relation between Body-temperature and Water-temperature.
. . . . . Osamu HIRANO, Isao MATSUI 79

On the Plankton in the Western Sea Regions of Sunda Islands.
. . . . . Takuo CHIBA, Arao TSURUTA 83

Studies on Resisting Power of the Pearl Oyster, *Pteria (Pinctada) martensii* (DUNKER),against Changes of Environment.
2. On the Heart Beats. . . . . Hiroshi KOBAYASHI 95
3. On Strength of the Shell against Mechanical Shock.
. . . . . Hiroshi KOBAYASHI . . . 111

スンダ列島西岸域の海況 (1)※

佐　藤　猛　郎

Oceanographical Conditions on the Coastal Waters
west of the Sunda Archipelago (1).

By

Takerow SATOW

The author discusses the oceanographical conditions of the coastal waters west of the Sunda Archipelago, data of which were obtained by the author himself and others in the winter of 1953—54.

Up to date there were not so many reports on the oceanographical conditions of this area as other parts of the Indian Ocean; he finds that the surface current flows westwards along the south coast of Java contrary to the direction described in the customary map of currents, analysing the patterns of water temperature.

Details of exact calculations on the currents are deferred to the next report by the same author.

緒　　言

1953年12月から1954年1月にかけて水産講習所練習船俊鶻丸がスンダ列島外縁海域に於て鮪延縄漁業の実習航海を行つた。この航海中海洋観測を行つて，主として，Great Nicobar 島～Sumatra 北部・Mentawei Islands 赤道部及び Java 南岸～Sumbawa 南岸の三域の海況を考察した。

従来インド洋に於ける海洋観測は Dana, Snellius, Planet 等の各船によつて行われているがインド洋の広大さに較べて観測点数も少なく且 Dana 号の記録以外のものは正確ではないとされている[1]。

今回観測を行つた海域では Dana 号の測点があるだけであり，而もその記録を直接参照することも出来なかつた。又従来の海洋学成書中の記載を調べても特に海流に関しては区々であり甚しい場合には全く逆になつていることがある。*

ここでは水温及び塩分の垂直・水平方向における分布を考察し併せて大略の流れの状態を推察した。力学的計算に基づく海流の計算に就ては次報にゆずる。

尚この観測を実施するに当つて凡ゆる便宜を与えられた俊鶻丸船長駒野鎌吉氏はじめ乗組員

※ 水産講習所研究業績 第109号

* 1) 2) とでは，インド洋東部での表層流の様相が異なる。このようなことは多々あり，おそらく船舶の報告に基づく結果であろう。

各位，観測に協力して下さつた水産講習所越川虎吉，京都大学三浦泰蔵の両氏，海水の分析を担当して頂いた水産講習所早山万彦氏に深甚なる謝意を表します。

I. 水温水平分布

この航海の航跡及び観測点の位置は第1図に示すとおりであり，観測の結果は第1表に示してある。尚，種々の項目についての考察は次の三海域に分けて行うことにする。即ち i) Sumatra 北部水域，ii) Mentawei 諸島赤道部水域及び iii) Java 南岸水域。

Fig. 1. Showing the course of cruise and stations of observation.

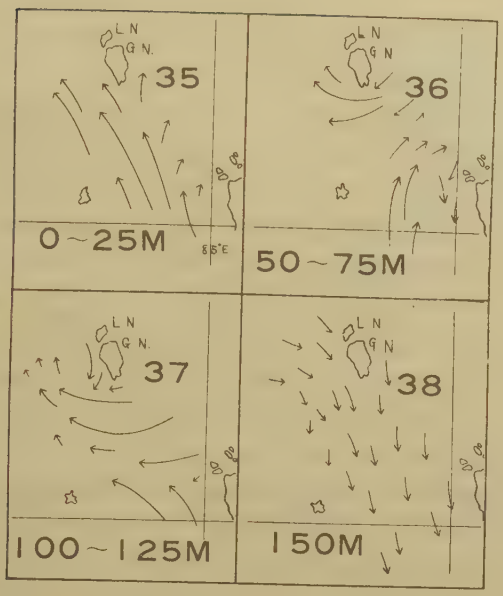
水温の水平分布は 0m，25m，50m，75m，100m，125m，150m，175m，200m，250m，300m 及び400mにつき第2図～第34図に示す。

i) Sumatra北部水域（第2～11図）。

全般的にみて Great Nicobar 島と Sumatra 北部とを結ぶ方向に平行に等温線が存し，0～25mではこの線の東側が西側（沖合）よりも高温であり 150m 以深では逆になつている。 50～75m では Nicobar 諸島沿いに28° 以上の高温部と Sumatra 西岸沿いに稍々低い高温部とが夫々北と南から舌状に突出しており，西方沖合と Sumatra 北西端沿岸とを結ぶ鞍状低温部が之を隔てている。北方よりの舌状高温部は略々 125m まで認められており， 175m 以深では Great Nicobar 島西岸え西方から張出した高温部のためにそこに等温線が密集している。

従つて水温の水平分布状況から次のように概略の流れを推察することが出来よう。先ず表層（0～25m）ではこの水域西部を北西に向う流れがありその一部は Great Nicobar 島沿いに東側に入つている（第35図）。50～75mではこの水道を，一方では北部を西進して沖合に出る流れと他方では南部 Sumatra 北岸寄りに北東乃至東え向う流れがあつて，後者の一部は Sumatra 北端の Broeh 島西方で南に転向して沿岸を南下するであろう（第36図）。100～125mではこの水道を経て西方（沖合）え進む流れがあつて Sumatra 西岸を北進して来た流れと合して Great Nicobar 島西方を西北進する。100m前後の深さには Great Nicobar 島西岸を南下してこの流れと合する沿岸流が存するように思われる（第37図）。150m以深では事情が殆んど逆になり Andaman 海からの流れはこの水道を殆んど南に進んでおり Nicobar 諸島の西側にも同じ方向の流れが認められ，深さを増すにつれて流向は何れも南東に偏しており 200m 以深では南えの流れは殆んどが Bengal 湾中部よりの水で補われておりその流向は始め東流で Nicobar 諸島西方で急激に南え転じているものと思われ Great Nicobar 島西方に等温線が著しく密集している（第28図）。

ii) Mentawei 諸島赤道部水域（第12～23図）。この水域では0～75mでは Nias 島西方を略々北々西から南々東に走る等温線があつて之より東側（沿岸寄り）では水温が高く西え



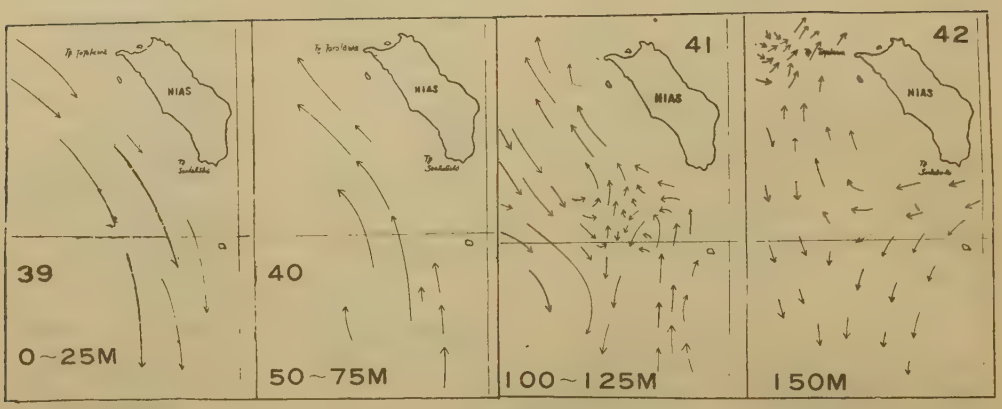
Figs. 35—38. Pattern of the horizontal currents in the waters north of Sumatra, 0—25m.

と低くなつている。１００～１２５mではNias 島南西に複雑な様相が現われており，先づMentawei諸島沿いに南東え伸びる２７°以上の高温部と南から北上する２７° 以上の高温部とが Nias 島西南部で相対しており，沖合の低温部が両者の間に突入して沿岸系の低温部と連絡している。

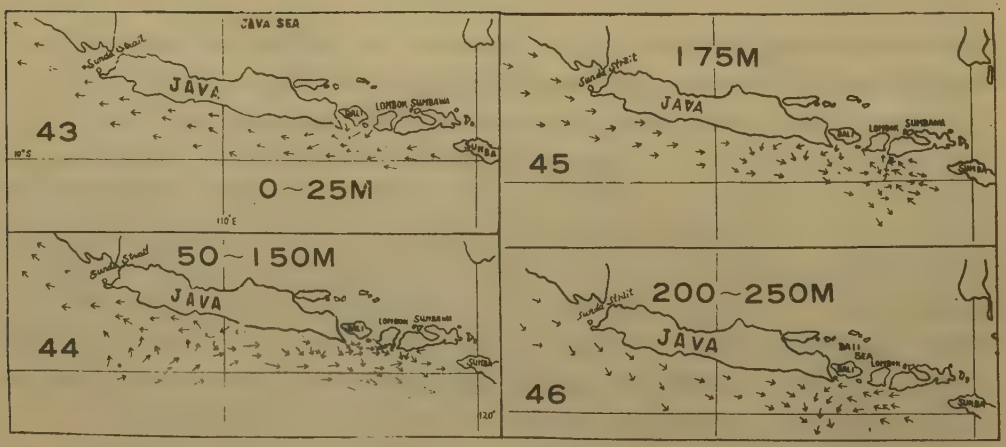
北より伸びている高温部は１００m前後では可成の幅をもつていて Nias 島西岸沿いの低温部との間に大きな勾配を生じているが，１２５m前後ではその巾が更に東え拡つて北の方では Nias 島西岸に著しく接近しているらしい。１５０m では Nias 島西南岸に１３.５° 以下の低温部が認められ北よりの高温部は弱くなつて Toyolawa 岬西方に僅かに存するにすぎない。又 Tanah Masa, Tanah Bala 及び Siberutの諸島西岸には１４°以下の低温部がある。１７５m以深では一般に南するに従つて低くなつているようであるが観測点が少いので審かではない。

この水域は赤道直下であるので他の水域ほど断定的に流れを推察することは出来ないがその大略は次のように考えられよう。先づ０～７５mではMentawei諸島沿いに南流があり（第39図），１００～１２５m では沖合にこの列島沿いに南下する流れが Nias 島西南方で流向を南東から南～南西え鋭く転じており，その東側にはこの南流から分れて反転し北～北西え沿岸を進む流れがあり，その南方には Siberut 島沿いに北上する流れが一部は Nias 島沿いに北西え進み一部は鋭く流向を変えて西え転じ沖合の南流に合しており，従つて Nias 島南部から西南～南に向う潮境と Nias 島西方に略々北西～南東に伸びるもの及び Nias 南方から南え伸びる二つの潮境とがある（第４０図）。

１５０m以深２００mまでは沖合の南流が拡つて沿岸近くまで迫つており Nias 及び Tanah Masa 両島間の水道 Great Channel を経て流出する水を加え，一方 Nias 島南岸よりその西岸に沿つて北上する流れが Nias 島北部の North Channel を経て東側に入り，外側の南流



Figs. 39—42. Pattern of the horizontal currents in the waters west of the equatorial part of the Mentawei Islands, 0—150m.



Figs. 43—46. Pattern of the horizontal currents in the coastal waters south of Java.

の一部が之に加わる（第４１図）。

３００m以深では逆に北西え向う流れがみられるが詳細は分らない。

iii）Java 南岸水域（第２４～３４図）。

０～２５mでは Bali 島南方を略々東西に走る等温線がありその南側が高温で北側即ち沿岸寄りは低いがその差は僅かである。５０m 及びそれより １７５m 附近迄は事情が逆になり Lombok 系（おそらく Bali 海系）の高温部が Lombok, Bali 及び Alas 三水道より島々の南え張り出している。先づ５０mではこの張出しは扁平に東は Sumbawa 島南岸中部まで西は Java の Barung 島附近まで拡がつている。７５mまでは沖合よりの冷水に圧迫されて Bali 島南方に等温線が密集しており，他方 Lombok 島南岸には２４° 以下の低温部が現われているために高温部の東えの突出は狭い巾で Sumba 海峡からの２７° 以上の高温部と連つている。西方えの突起は大体５０mと同じであるが更にその西方では２４° の等温線が Java 南岸に著しく接近している所がある。１００mでは依然として Bali 島の南に等温線が密集しており高温部は著しく縮小されていて冷水は Sumbawa 島寄りに移つて一方 Sumba 海峡よりの高温部がこの冷水を廻つて Lombok 島の南まで伸びている。１２５mでは高温部は Bali 及び Lombok 西水道南部に存するのみで Java 南岸 Jogjakarta 沖に冷水部が現れている。１５０mになるとこの冷水部が Java 南岸に沿つて東え拡つており Penandyung 湾沖に小さい高温部の一端が現われている。１７５mになると再び Bali 島南部の高温部が南東え舌状に伸びており Sumba 海峡系の高温部は全く消失している。２００m以深では事情が全く異なり南より Bali 水道へ突入する高温部があり Alas 水道南口に１２° 以下の低温部が認められるが２５０m以深では之もなく等温線は殆んど東西に走つている。

尙 Sunda 水道南口附近では観測点が少ないのでよく分らぬが１００m層では南程冷たく，１２３～１５０mではその逆になつており一般に Java 南岸東部よりも冷たいようである。

この水域での流れの状態は非常に複雑である。先づ０～２５mでは Bali 及び Lombok 両水道から島々の南側を西え向う流れがあり（第４２図），５０～１５０m では概ね同じ様相を示しており Java 南岸を西え進む流れが Bali 島南方で少し沖え寄つて再び Sumbawa 南岸沿いに東進する。その一部は Lombok 或いは Alas 水道を経て Bali 海にも出ているものと思われる。７５m層では更に Sumbawa 島南岸沿いに西進する流れが Alas 水道に入つている。１２５m層では Java 南岸中部に西え向う沿岸流がありそのために東えの流れは可成り南え押し出されて Bali 島の南部で彎曲している。１５０mでは Penandyung 湾の南東で東え流れる水の一部が旋回して沿岸を西え進んでいる（第４３）。１７５mでは東流は Bali 島南部で南え押し出されその一部は鋭どく曲つて Lombok 及び Alas 両水道に入る（第４４図）。２００mになると之迄とは可成り様相が異なり東流は Java 南東端の Bantenan 岬附近から殆んど南東に流向を転じ，一方 Sumba 海峡及び Sumba 島西側沿いに西北え流れる水が Lombok 水道に入り，一部は Bali 島西南で転向して東流に加わる（第４５図）。２５０m及びそれより深い所でこの Sumba 島西側沿いの北西流が Sumbawa, Bali 及び Java 各島の南岸沿いに西進している（第４６図）。

II. 塩分水平分布

種々の都合上，塩分観測値は水温のそれよりも少数であるので詳細な考察を行うことはむずかしい。

i) Sumatra 北部水域（第2～11図)。

0～125mまでは全般的に Nicobar 諸島沿いに低鹹部が略々南東え張出していて Great Nicobar 島西方で最も塩分が小さい。之は水温の場合の北よりの高温部の張出しに相当しこの水塊は**低鹹高温**であると思われる。之に対応する南よりの張出しは塩分に於ては認められないがおそらく**高鹹高温**水塊であろう。水温の場合と同様に等塩分線が Great Nicobar 島西岸にて密集しており特に0～25mでの傾度が著しく大きい。深度が増すにつれてこの傾度は小さくなり且つ低鹹部は漸次拡つて Great Nicobar 島を囲むようになつている。150m及びそれ以深では，事情は全く反対になり等塩分線は Great Nicobar 島西側を北又は北西から南又は南東に伸びており，その東側即ち Andaman 海では塩分が高く沖合では低い。従つて水温の場合に見られた西より東方えの張出し水塊は**高温低鹹**であると考えられる（第35～38図)。

ii) Mentawei 諸島赤道部水域（第12～23図)。

この水域では Mentawei 諸島沿いに略々北西より南東に走る等塩分線が見られることが凡ゆる層を通じての特性であり而もその東側即ち沿岸側では概ね高鹹で西側では低鹹である。等塩分線は Nias 島南端の Soaheböhö 岬西方で彎曲しているがその度合は深さによつて異なり0mと150m以深とで割合に大きい。彎曲の小さい25～150mの間は北西より南東え張出す高鹹部を有しその先端は Soaheböhö 岬と Toyolawa 岬との間の西方に在る。又25mを除く同じ深度範囲には南方より北東え張出す舌状高鹹部が見られ時には殆んど北よりの張出しに連続する位にまで接近することがある。北よりの舌状突出は南からの突出よりも細長く150mでは両者共に幅が可成り広くなつているようである。この両高鹹部を隔てる鞍状低鹹部が Nias 島南西方に存する。之らの事情は水温の場合と概ね同じである。

50～75mではこの列島沿いに沖合にひろがつい**高温高鹹**水が認められ100～125mでは Mentawei 列島西側沿いに南北よりの**高温高鹹**水があり恐らく Nias 島と Siberut 島との間から流出する列島東側の水をも含めて北え拡つている。この流れの西側には**低温低鹹**水が北西え進んでいる。150m以深では**低温高鹹**水が僅か残存して北流し一方北からの**高温低鹹**水は沿岸近くまで拡つて南え進み，之と北上する流れとにより Soaheböhö 岬西方に渦流を形成している（第39～41)。

iii) Java 南岸水域（第24～34図)。

この水域での塩分値が少ないので詳細は分らないが，先づ0～75mでは一貫して等塩分線が略々南西～北東に走つていて深度と共に漸次西～東に推移し，その北西側では高鹹であり南東側では低鹹である。次に100m以深では事情が逆になり等温分線は北西～南東え走り深さと共に西～東え推移しその北東側では高鹹，南西側で低くなつている。

以上より0～25mでは**高温低鹹**な水塊が西え進んでいて西進するにつれて鹹度を増している。50～75mでは之と逆にJava南岸沿いに**低温低鹹**水が東進しており100～150mではSumba海峡口に**高温高鹹**水が存在して西よりの**低温低鹹**水と相接する。175mではSumba系の水が消失して東進して来た**低温低鹹**水が Sumba 海峡にも入つているものと思われる。200mでは Sumba 島附近から Bali 島え向う**低温高鹹**水があり250m では Java南岸に沿つての東流は恐らくないものと思われ Bali 島南方に**低温低鹹**水が認められる（第42～46図)。

III. 水温垂直分布

この観測海域は Sunda 海溝に接しており深度が甚だ大きく，比較的に浅い Sumatra 北部水域に於ても２０００m以上の深所が存する程である。而もインド洋の中層水の下限は甚だ深いことが認められている[1]ことを考えると４００m 程度の深さは中層水の極めて上方の部分にすぎないであろう。然るにその深度迄でも幾つかの水塊の存在が認められる。* 之は本海域が沿岸近くであり而も沿岸系水と外洋水との接触部に相当する為であろうと考えられる。

i) Sumatra 北部水域（第４７図)。

(St.１～５)。

St.４を除き４点では４５mで同一の値を示し０～４５mでは１及び２，４及び５は夫々同じで St. ６も４及び５と殆んど同一である。このことから表層は Sumatra 北部から赤道附近まで同一推移型式をもつと考えてよいかもしれない。St. ３のみは他のどれよりも低目である。７５～１７５m では St. １と２とは略々同様の低下を示し且つ一様に下降する。St. ４と５とは稍々異なり７５m では St. １，２より約3° 以上も低く両者互いに同一の低下をつづけ１２５mに到るがここで著しい減少を生じて St.１，２とは約7° 以上も差を生ずる。

St. ３は８０m 前後で St.４，５と同一温度をもつが St. ５と共に２００m 前後に暖水が存在して St. ５の方えと低くなつているために両者共著しい逆転を示す。この中層暖水は多分 Bengal 湾中央部附近から南東に潜入しているものと思われ，又 St. ４及び５が１２５m前後で St.１，２及び赤道近くの St. ６の同深度でよりも著しく低温であるのは Bengal Passage を通つて Malacca 海峡及び Andaman 海より流出する冷水の影響と考えられる。

ii) Mentawei 諸島赤道部水域（第４８図)。

(St.６～１８)。

この５点は殆んど同じ推移型式を示している。即ち５０mでは各点が２８° に収斂しており再び１５０mで１４° 前後に収斂してそれ以深では各点共殆んど同一の値で極めて小さい減少率を示しつつ４００mに到る。

St.９を除き他の４点は０～２５mで殆んど同一温度，２５～５０mで１０mにつき約０．４°の勾配を示す。５０～１００ではSt.６，８及び９は約０．０４° ～０．２８°（１０mにつき）の勾配を示す。１００～１２５mではSt.７，１８，８，９の順に勾配が大きく２．６°～５°（１０mにつき）の間で１２５～１５０mでは１８，８，９，７及び６の順に勾配が大きくなり０．６°～５°（１０mにつき）の間であり１５０～２００m，２００～３００mでは各点共夫々約０．３°及び０．１５°（１０mにつき）程度である。従つて主に１００～１２５mに躍層が存在する。

iii) Java 南岸水域（第４９，５０図)。

(St.２１，２５～３４)。

先づ Sunda 海峡南口部の St. ２１は上下両層間の混合が可成り進んでおり，５０～１００mに弱い躍層があるようである。この点での垂直変化はこの水域の他の諸点でのものとは全く異なり，１２５～２２５mの間は前述の St. １８での型式と概ね同一である。

Java 東南部から Sumbawa 島南岸に到る水域では流動状況が複雑であるために各点間の巨離が近いにも拘らず垂直変化型式は区々である。最も西側の St.２５は Sunda 海峡南口部の St.２１に幾らか類似している。０～２５mでは St.３３; St.２９・３１・３２; St.２５・３４

* 水塊の分析は次報に於て行う。

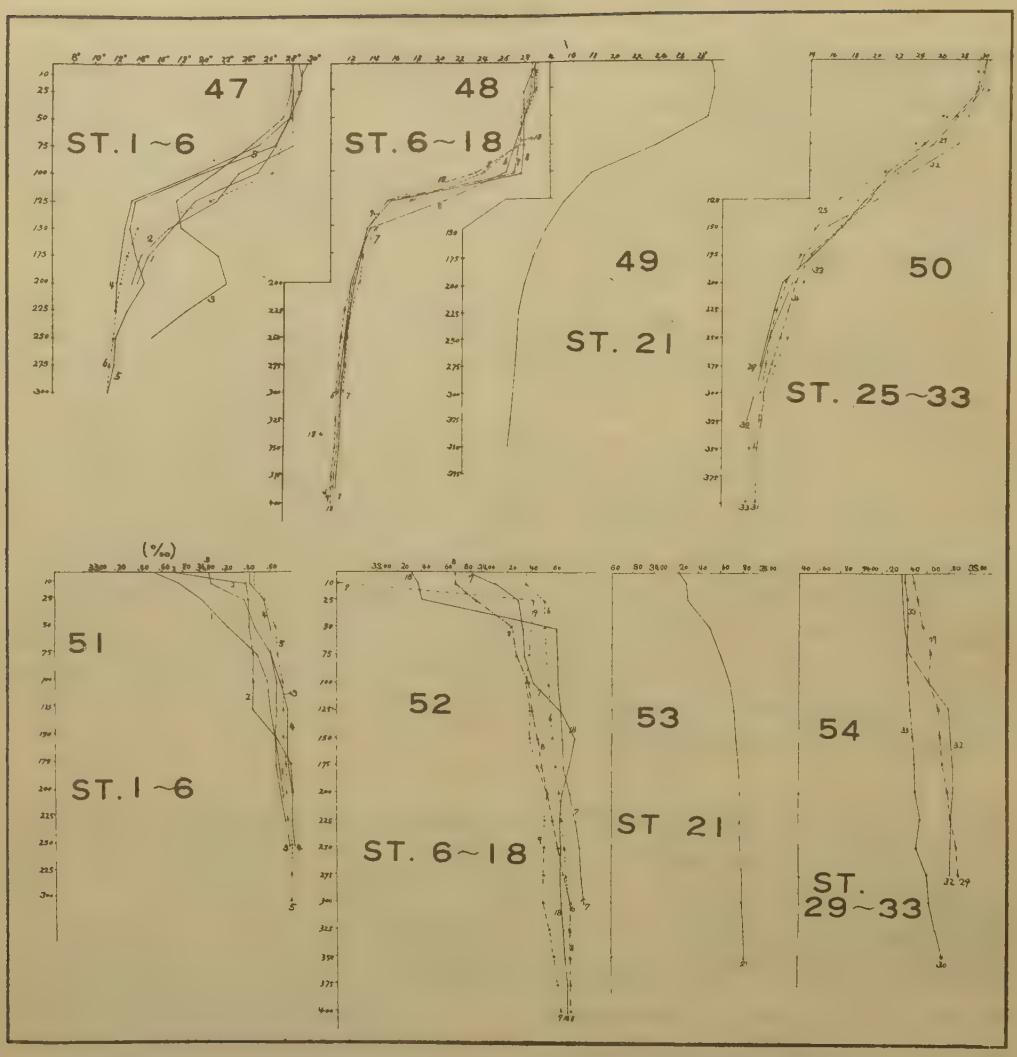


Fig. 47. Vertical distribution of water temperature in the waters north of Sumatra, St. 1—5.
Fig. 48. 〃 in the waters west of the equatorial part of the Mentawei Islands. St.6—18.
Fig. 49. 〃 in the waters south of the Sunda Strait, St. 21.
Fig. 50. 〃 in the waters south of the Lombok Strait and its vicinity, St. 25—34.
Fig. 51. Vertical ditribution of salinity in the waters north of Sumatra, St. 1—5.
Fig. 52. 〃 in the waters west of the equatorial part of the Mentawei Islands, St. 6—18.
Fig. 53. 〃 in the waters south of the Sunda Strait, St. 21.
Fig. 54. 〃 in the waters south of the Lombok Strait and its vicinity, St. 29—33.

の３群に分れ最後の群は前述の St. １８及び２１と類似の変化型式をもつ。第２の群だけは可成りの垂直変化を示し平均０.２°（１０mにつき）程度。St. ２５を除き約３０m層で各点が殆んど同一温度に収斂しており，このことより St. ２５以外の各点が Lombok 系の水の影響

をうけているものと考えられ又 St.２５は Sumatra 西岸より Java 南岸の水と関連があるものと考えられる。５０～２００mでは各点での水温変化型式が可成り変動しており特に１００～１２５mで各点間の水温差が最も大きい。２００m以深では多少の変動はあるけれども各点共相似の推移を示す。St.２５では上下両層の混合は可成り進んでおり，St.２９では表層，亜表層及び３００m 又はそれよりも深くまで拡がる中層の三水塊が看取される。St.３１では３００m以深では上下両層（亜表層と中層）の混合が充分に行われているようであり，St.３２が０～７５mで St.３４と略々同一変化型を示し又７５～１００mでは同じく St.３４及び前述の St.１８と殆んど同一値で而も相似の傾向をもつことが認められる。St.３２のこの層は可成りの躍層を示す。

IV. 塩分垂直分布

全般的に深度と共に塩分が増加しその割合は０～２５mで最も大きく，５０m以深では二三の例外はあるが略々一様且つゆるやかな増加を示す。

i) Sumatra 北部水域（第５１図）。

（St.１～５）。

St.１・２・３・４及び５の順に高鹹になつており，St.３は全般的に他の４点よりも高鹹になつている。従つて概ね西側に高鹹水があるものと考えられよう。

ii) Mentawei 諸島赤道部水域（第５２図）。

（St.６～１８）。

St.７及び１８を除き略々相似の推移型を示す。特に St.６は前述の St.４及び５での型式によく似ている。St.９では２５～１００mでその上下両側よりも塩分が低下しており又２００～２２５mでも同様の減少が認められるが，之は西方を北西え進む低鹹水の影響であろうか。

iii) Java 沿岸水域（第５３，５４図）。

Sunda 海峡での St.２１では２５m以深では緩かな増加が認められるがこの地域での測点が１しかないので大勢は窺えない。

Lombok 水道附近では３測点が互に異なる推移型を示しておりこの水域の複雑性を示すものであろうが測点数が少ないので詳細は分らない。

V. 垂直断面

ここでは水温についてのみ考察し塩分は次報で水塊分析を行う際に考察する。

i) Sumatra 北部水域（第５５～５７図）。

１．断面３－１－２（南西－北東－南東）。

両側即ち沖合ほど低温であり０～１５０mの間で等温線が西から東えと深くなつているが之は St.３の略々２００mを中心とする潜入暖水に由るものと考えられる。従つて２００m 以深では等温線の傾きは逆になつているものと考えられる。故に，この断面を略々北え進む流れが１５０m近くまで存在し，それより深い所では反対方向の流れがある。１００m前後に St.２寄りに南下する流れがあるように思われるが恐らく小規模の弱いものであろう。

２．断面５－４（西－東）。

断面３－１－２とよく似た様相を示し，０～１００m附近迄は等温線は概ね東方え深くなつておりそれより深い部分では逆になる。St.３でと同様に St.５にも２００m前後に潜入暖水が

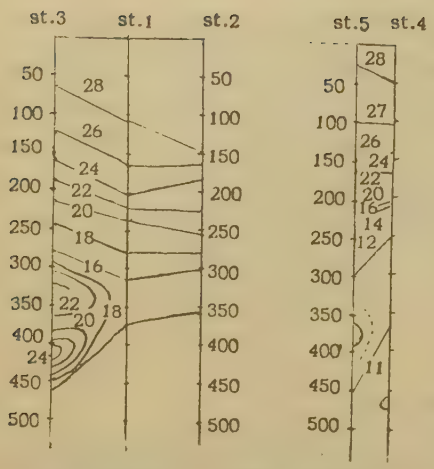


Fig. 55. Distribution of water temperature in the vertical cross-section, sections 1—3—2, and 5—4.

あるが可成り衰えている。この断面を通る流れは０～５０mに北方え，５０～７５mに弱い南流，７５～１００mに同じく弱い北流そして１００m以深には南方えの流れが可成り深くまで認められる。

３．断面２—４（北西—南東)。

南等温線は７５m前後までは概ね南東えと深くなりそれ以深では逆になる。従つて流れは０～７５mではこの断面を通つて北東え進み Andaman 海に入り，それ以深では反対方向に流れる。

４．断面３—５（北西—南東)。

断面２—４に略々平行しておりその西方にあつて約１００mまでは等温線が南方えと深くなつているが St. 3での潜水暖水の為に２００m前後の等温線は南東より北西えと著しく深くなつている。St. 3

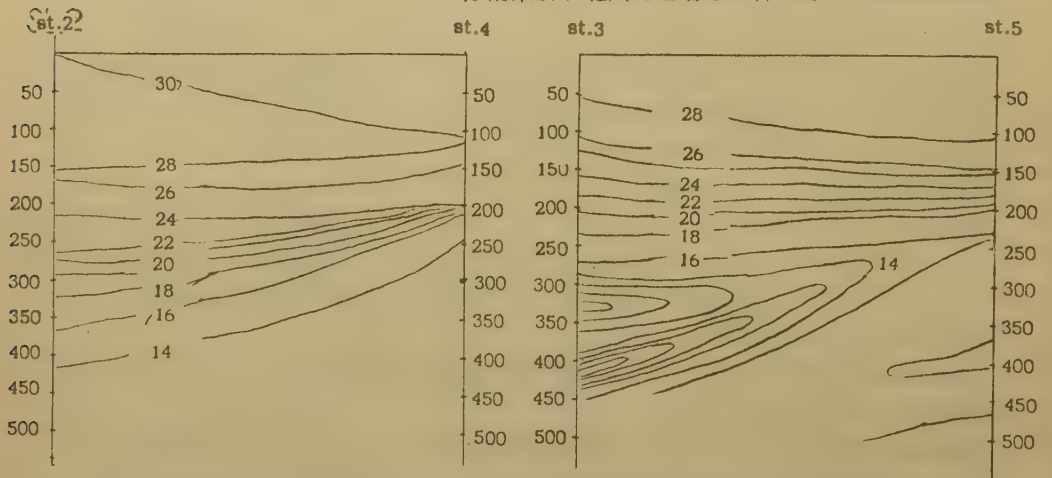


Fig. 56. Distribution of water temperature in the vertical cross-section, sections 2—4, 3—5.

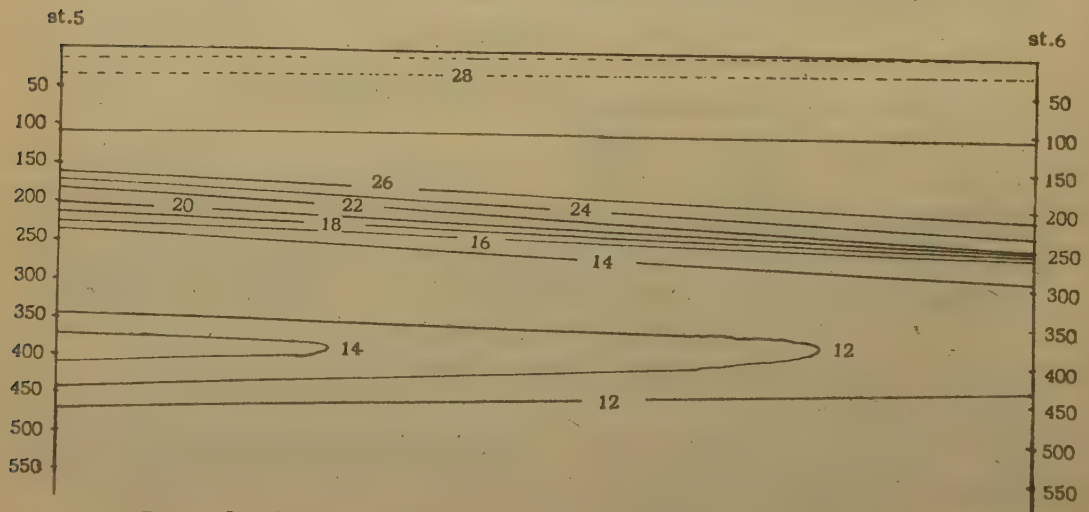


Fig. 57. Distribution of water temperature in the vertical cross-section, section 5—6.

での潜水暖水と St. 5 でのそれとは連絡なく前者は両点間で急激に減衰して遂に消滅しており，他方後者は次の断面５－６で認められるように可成り南方まで略々水平に伸びているようであり，前者は多分 Bengal 湾中部に，後者は審かではないが恐らくインド洋中央赤道部に起源を有するものであろう。

５．断断面５－６（北西―南東）。

１００～１５０ｍで等温線が密集して南方えと深くなつており顕著な不連続層が認められる。０～５０ｍでは等温線は概ね南えと浅く，それ以深では逆になり２００ｍ前後に潜入暖水が両点間に拡つている。流れは次の３種に大別できよう，即ち先づ０～５０ｍ前後に弱い流れが沿岸より西方え進み，５０ｍ以深１７５ｍ附近までに沖合より沿岸え向う流れと，２００ｍ前後より深い所に逆の流れがあり，之らは何れも沿岸を南～北に進む流れの東西方向の分素であると考えられる。

ii) Mentawei 諸島赤道部（第５８～５９図）。

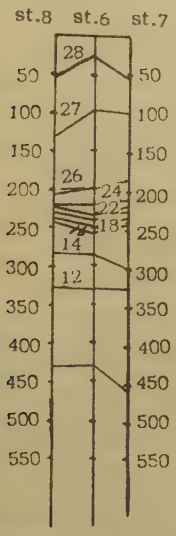


Fig. 58. Distribution of water temperature in the vertical cross-section, section 8—6—7.

１．断面８－６－７（東―西）。

１００～１２５ｍで等温線が密で著しい不連続層が存する。それより浅い部分では５０～１００ｍに略々北え向う流れがあり，１５０ｍ以深には逆の流れがみられる。

２．断面８－９－１８（北西―南東）。

等温線は依然として１００～１２５ｍ前後で密であり南するにつれる幾らか浅く且つ疎になる。

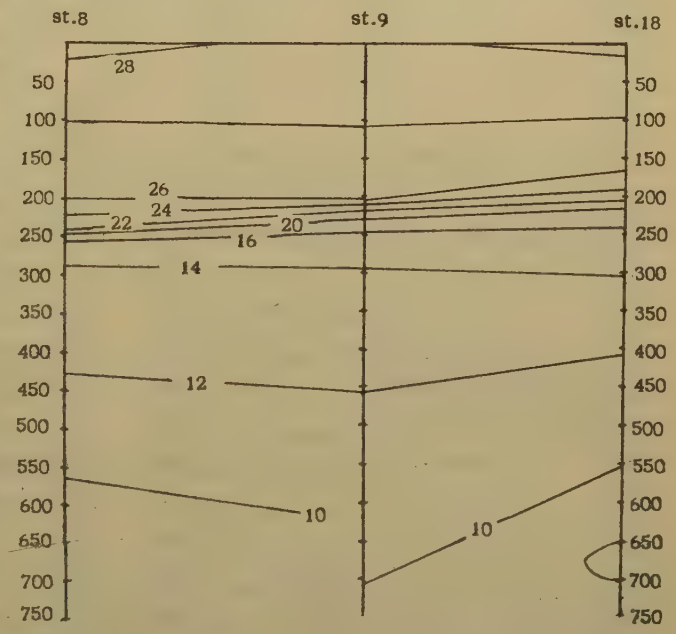


Fig. 59. Distribution of water temperature in the vertical cross-section, section 8—9—18.

その上下両側では何れも水温勾配が小さく従つて１００～１５０ｍ附近に沿岸え向う流れが微かに認められ之は多分南流の分素であろう。

iii) Java 南岸水域（主にその東方水域，第６０－６５図）。

１．断面２１－２２－２５（北西―南東）。

等流線は St. ２１え向つて両側より深くなつており略々１２０－１５０ｍで水平になりそれ

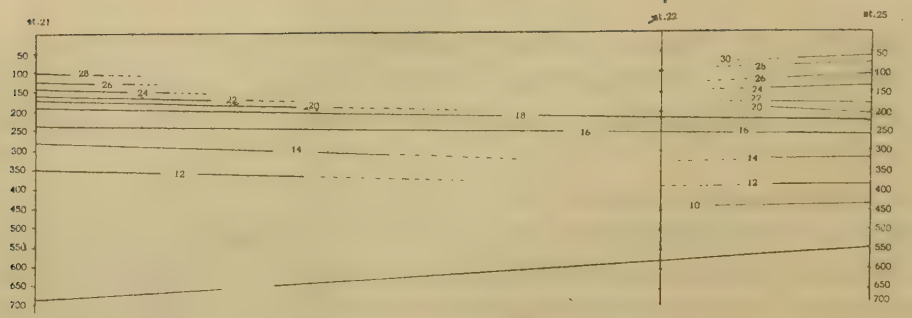


Fig. 60. Distribution of water temperature in the vertical cross-section, section 21—22—25.

以深では逆に東するにつれて浅くなつているようである。　不連続層は余り顕著ではなく St. ２１で５０～１００mにあり St. ２５では分明でない。流れは約２００m以深に沖合より沿岸え向うものがあり，St.２２と２５の間で０～１００m に同じく沿岸え向う弱い流れ（恐らく他の流れの分素）があるように思われる。

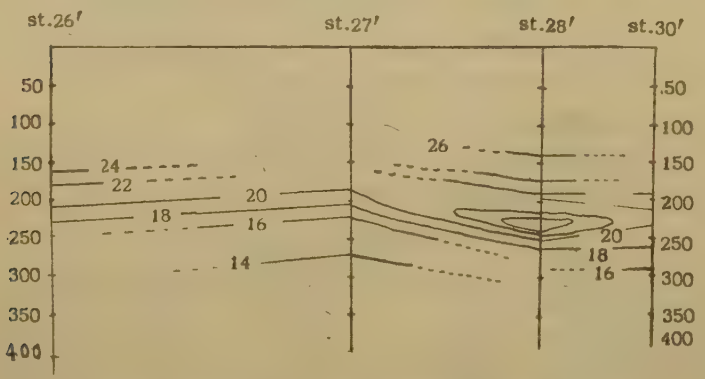


Fig. 61. Distribution of water temperature in the vertical cross-section, section 26′—27′—28′—30.′

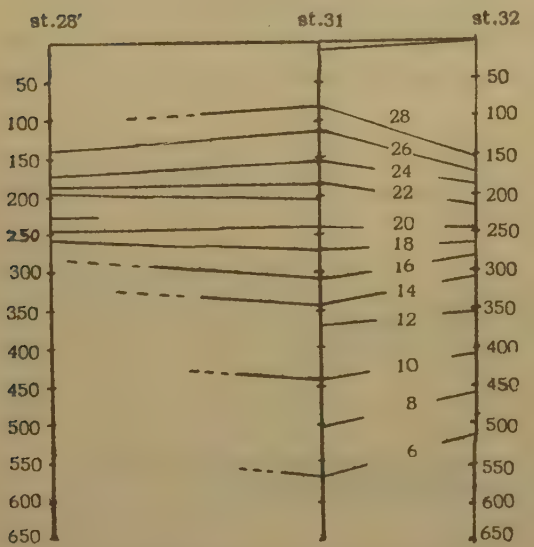


Fig. 62. Distribution of water temperature in the vertical cross-section, section 28′—31—32.

２．断面２６—２７—２８—３０（略々西—東）。

この断面は南え凸になつて Bali 及び Lombok 両水道を囲むようにとられているが，St. ２６—２７では１００m前後に Bali水道南口えと北東に向う流れがあり，St.２７—２８—３０ではSt.２８の１２０m前後に潜入暖水があるために等温線は St. ２８で深くなり略々７５～１５０mの間で Lombok 水道から南え流出する水があり Lombok 島沿いにはその反流が僅かに見られる。

３．断面２８—３１—３２（略々西—東）。

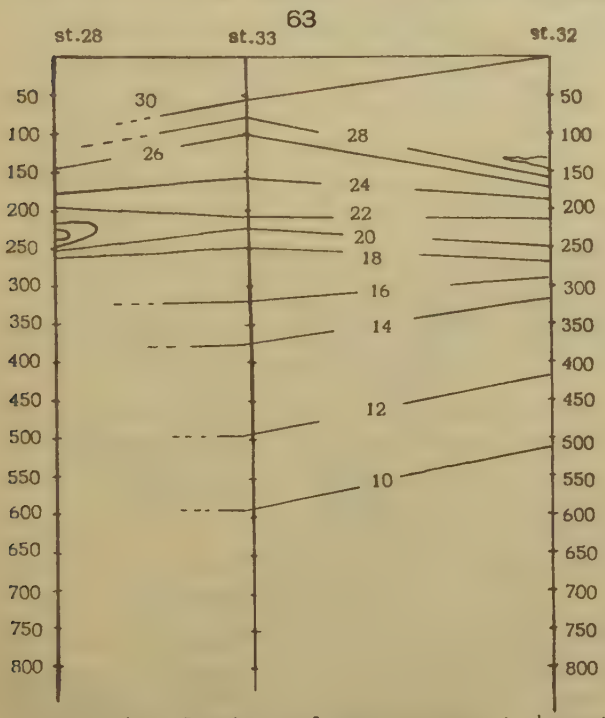
この断面は Lombok 水道の南から略々東え Sumbawa 島南岸え到るもので St. ２８—３１では等温線が略々水平に走つているが St. ３１—３２では東するに従つて著しく深くなり，略々１２５m層で水平になつてそれより深い所では逆になる。

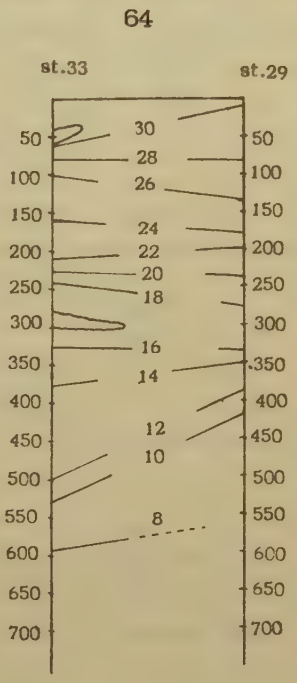
Lonbok 系の潜入暖水は東えは僅かし

か拡つていない。流れは St. 3 1—3 2で１２５m附近まで南東え向つており，それより深い所では Alas 水道南口え向つて南東より進む流れがある。

4．断面２８—３３—３２（北西—南—北東）。

St. ２８—３３ では１５０m 以浅での等温線は南えと浅くなりそれ以深では略々水平であつて St. ３３—３２では St. ３１—３３と既れ同じ様相を呈して表層に北西え進む流れと３０～





Figs. 63 and 64. Distribution of water temperature in the vertical cross-section, sections 28—33—32 and 33—29 respectively.

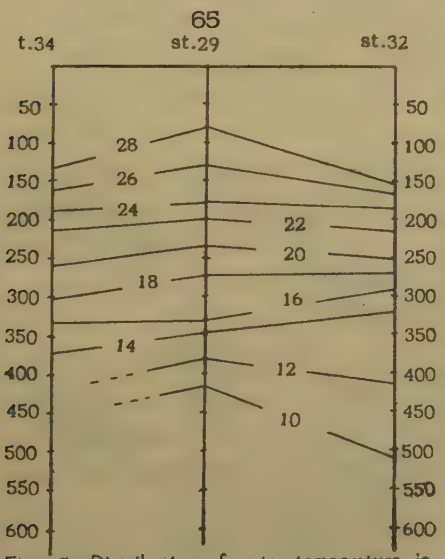


Fig. 65. Distribution of water temperature in the vertical cross-section, section 34—29—32.

１００m前後に南東え向う流れがあり，それより深い所では北西えの流れがある。St. ２８—３３では略々１００m以浅では北東えの流れが認められる。

5．断面３３—２９（南—北）。

等温線は深度により種々の傾きを示しており，５０m以浅で西流，５０～１００mで東流，１００～１５０mに弱い東流があり１５０m以深には可成りの西流がみられる。

6．断面３４—２９—３２（略々西—東）。

略々１５０m迄は St. ２９で等温線が浅くなつておりそれ以深では逆になる。０～１５０m では St. ２９を境にして西側では北流があり東側には南流がある。１５０m以深では大略その逆になるがSt. ３４—２９での流れは弱いように思われる。

VI. 考　　察

以上種々の推論に基いて Sunda 列島外縁での流れは第６７－７１図に示すようなものと考えられる。即ち表層０～３０m附近では Java 西南岸より南西～西に伸びる収斂線があつて，東方より Java 南岸に沿つて進む流れと，Sumatra 西岸を南東進した流れとが合して西南西え進むようである。南緯３° 前後に，インド洋を東進する流れがあり，Mentawei 諸島北部で一分枝は北方え進んで Nicobar 諸島附近で北西に転じ，他

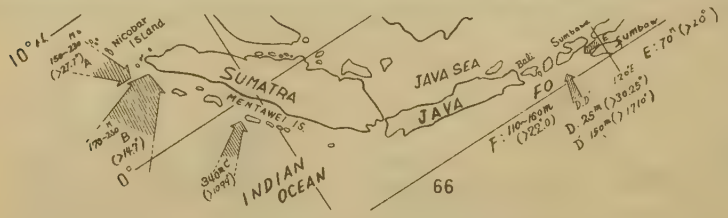
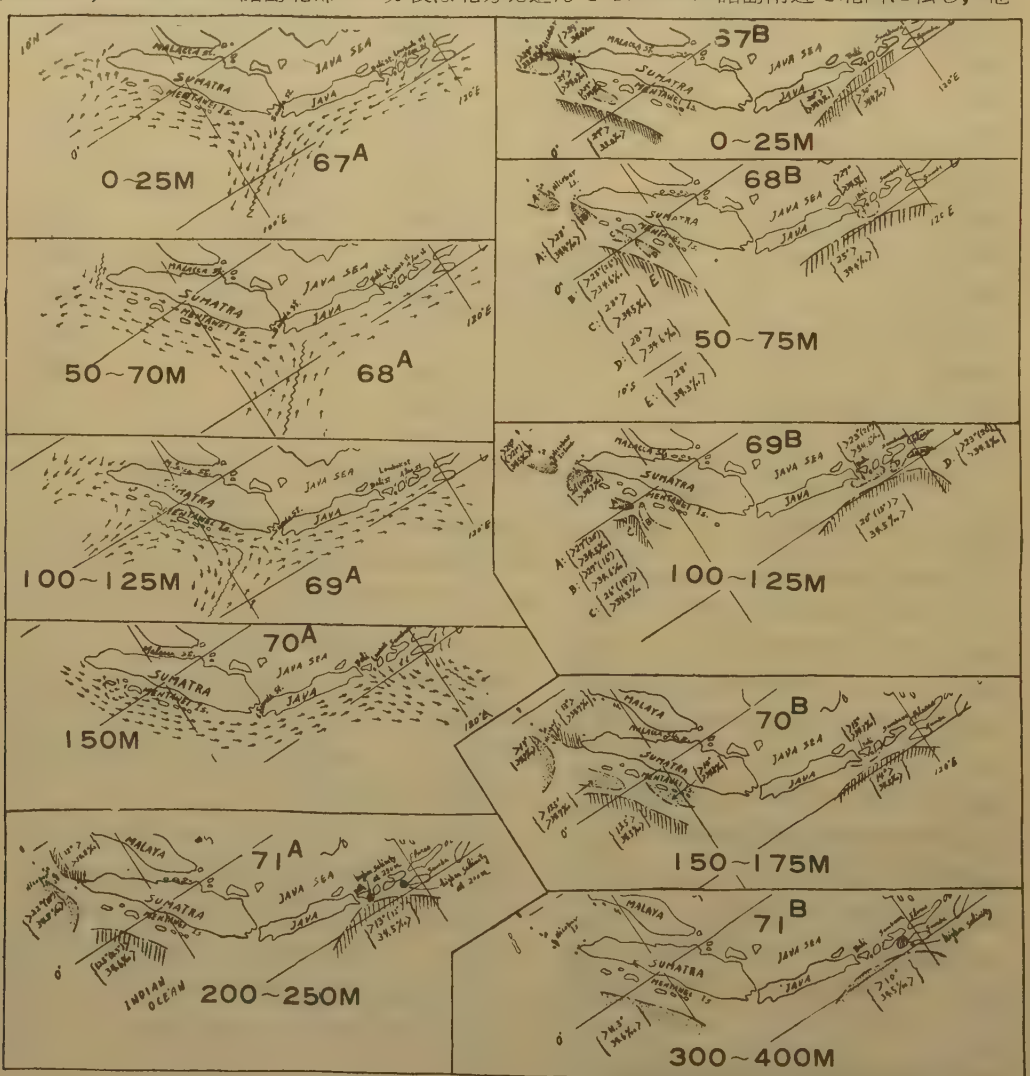


Fig. 66. Warm water-mass creeped into the middle layer.



Figs. 67—71. Currents and water-masses along the Sunda Archipelago.

の分枝は Mentawei 諸島外側に沿つて南東進して前述の収斂線に向う。即ち前述の南緯7°附近の西流は，南赤道流（South Equatorial Current）の北限を形成するものであり，又南緯3°附近の東流は反赤道流（Equatorial Countercurrent）の主軸であり，更に Nicobar 諸島西方で西北え転向した流れは，北赤道流（North Equatorial Current）を構成するものであると思われる。この表層では Sumatra 西方に低温低鹹水があつて，他のどの水塊とも異なる水型を示しており，Nicobar 諸島附近には北よりの高温低鹹水が，外洋系の低温高鹹水と，Andaman 系の高温低鹹水との間に突出している。Java 南東には Lombok 海峡を経て Bali 海からの水が外洋性の高温低鹹水に圧迫されている。（第６７図）。

亜表層５０～７５mでは収斂線が幾らか東に移り，且つ方向が南西に変つており，表層と逆の流れが存在する。即ち，南緯8°附近で Java 島に達する北東流が，一部は Java 北岸沿いに東え進み，一部は鋭く彎曲して Sumatra 西岸に沿つて北西え進み，Nicobar 諸島附近で更に西北西に転ずる。そのために（或いは以下の理由により流れが生じるのかも知れないが）水系の配置が全く一変し，Sumatra 西方では高温低鹹水が沿岸系水を圧迫し，又 Java 南岸では低温低鹹の外洋水が Lombok 系の高温低鹹水を沿岸に拡がらせており，之らの影響をうけない Nicobar 諸島沿いの高温低鹹水が依然として認められるにすぎない（第６８図）。

次亜表層ともいうべき１００～１２５m層では最早や収斂線の存在なく，Sunda 海峡より略々南西沖に走る潮境がある。之より東方では亜表層と同様で，北方では Mentawei 諸島西方より Sunda 海峡西方まで略々北西一南東に走る潮境があり，その東側には北西流がある。一方北緯3°附近に東流が Sumatra に接して一部はこの沿岸流と合して北上し，Nicobar 諸島南西方でこの諸島西側を南下してきた Bengal 系の水と Andaman 系の水とを加えて西え向い，一部は Sumatra に並行な潮境に沿つて南下し，再び右折して西に転ずる。この層では Bengal 系の高温低鹹水，Andaman 海の低温高鹹水，Sumatra 西方の低温低鹹水，及び Java 南方の低温低鹹水（この二つは所謂インド洋中央水塊であろう）と Lombok 系の高温高鹹水（僅かに存する）とがある（第６９図）。

１５０m以深は恐らく中層と考えられるものであろうが，２００m位迄の深さでの流れは一貫して同一系であると考えられ，Nicobar 諸島西方から Sumatra 及び Java 沿岸を南東に進み，Sumba 島西側を南流するに到る。途中 Mentawei 諸島附近で一部反流を伴うが，その他の点での詳細は分らない。従つて Nicobar 諸島沿いにあつた高温低鹹水が消失してその西方に高温低鹹水が現われており，このことからこの層の流れを維持している水には Bengal 系の水が可成り含まれていると考えられる（第７０図）。２００m以深では Sumatra 西方より Java 南方に亘つて高温低鹹水が在り，流れは逆になると思われるが詳細は分らない（第７１図）。

以上考察を行つたのは僅々３００m内外の深度までであつて，インド洋赤道水塊の下限が略々２０００mで，その下に深層水があるとされている[1]ことを考えると，その一貌しか見ていないのと同然である。けれども従来インド洋に於ける既往の観測の内正確なものは Dana 号の記録のみであるとされており，而も Sunda 列島外縁部では測点も少ないことを想起すれば，若干の寄与をなしえたものと考えられる。特に従来の成書[1][2]に示された点と異なる所は，**Java 南岸の表層流の向きが逆であること**で，之はおそらく従来の記録の大半が船舶の報告に基づくものであつた為と思われる。

文　　献

1) SVERDRUP, H. U., M. W. JOHNSON and R. H. FLEMING : 1952. The Oceans, 4th ed. Prentice-Hall, Inc., New York.

2) 須田皖次 : 1932. 海洋科学, 古今書院.

Table 1. Water temperature and salinity (°C and ‰).

Station	1		2		3		4	
Date Hour Locality	Dec. 26 06h 15m N 6°52′.5 E93°24′.5		Dec. 26 09h 30m N 6°52′.5 E93°31′.0		Dec. 27 06h 30m N 6°49′.0 E93°21′.5		Dec. 28 14h 00m N 5°27′.0 E94°41′.0	
	t	s	t	s	t	s	t	s
0	28.2	33.51	28.3	33.71	28.2	34.05	29.7	34.43
10	28.26	33.77	28.22	34.40	28.14	34.07	29.15	34.43
25	28.30	34.00	28.29	34.42	28.10	34.38	29.05	34.56
50	28.19	34.23	28.25	34.43	27.36	34.47	27.87	34.63
75	26.84	34.45	28.26	34.47	24.39	34.63	25.12	34.63
100	24.96	34.60	23.36	34.47	21.01	34.69	19.47	34.72
125	19.24	34.65	21.20	34.47	17.43	34.69	13.37	34.79
150	17.04	34.69	16.71	34.69	17.87	34.69	12.62	34.79
175	14.80	34.72	14.18	34.83	21.38	34.70	12.32	34.81
200	13.82	34.76	13.17	34.85	22.15	34.76	11.93	34.85
225					18.48	34.79	11.87	34.85
250					15.17	34.83	11.66	34.87
275								
300								
325								
350								
375								
400								

5		6		7		8		9	
Dec. 29 07h 00m N 5°25′.0 E94°36′.0		Dec. 31 06h 30m N 1°29′.5 E96°25′.5		Dec. 31 16h 20m N 1°36′.0 E96°30′.0		Jan. 2 07h 00m N 1°28′.5 E96°21′.0		Jan. 3 07h 30m N 3°25′.0 E97°11′.0	
t	s	t	s	t	s	t	r	t	s
28.8	34.47	29.0	34.34	29.3	33.84	29.1	33.69	28.9	30.99
29.01	34.47	29.02	34.34	29.01	34.07	29.14	33.69	28.73	32.36
28.99	34.56	28.81	34.51	29.15	34.27	29.03	33.87	28.09	34.42
28.03	34.67	28.05	34.52	28.05	34.31	28.09	34.22	28.09	34.40
26.75	34.69	27.28	34.54	27.51	34.33	28.07	34.27	27.58	34.38
19.83	34.74	26.37	34.56	24.37	34.42	27.82	34.38	27.22	34.36
13.63	34.76	20.68	34.58	17.76	34.67	15.68	34.42	15.50	34.40
13.13	34.76	13.90	34.60	14.46	34.69	13.69	34.47	13.92	34.40
13.64	34.79	12.88	34.63	13.20	34.70	13.16	34.51	13.17	34.47
14.45	34.79	12.31	34.67	12.93	34.76	12.18	34.56	12.42	34.56
12.87	34.81	11.87	34.69	12.18	34.81	12.06	34.61	12.10	34.54
11.81	34.85	11.64	34.72	11.72	34.85	11.77	34.67	11.63	34.54
11.74	34.85	11.33	34.74	11.69	34.87	11.54	34.72	11.51	34.54
11.20	34.87	11.11	34.78	11.47	34.90	11.29	34.78	11.31	34.54
						11.16	34.78	11.16	34.60
						11.05	34.78	11.02	34.63
						10.91	34.78	10.85	34.67
						10.76	34.78	10.70	34.70

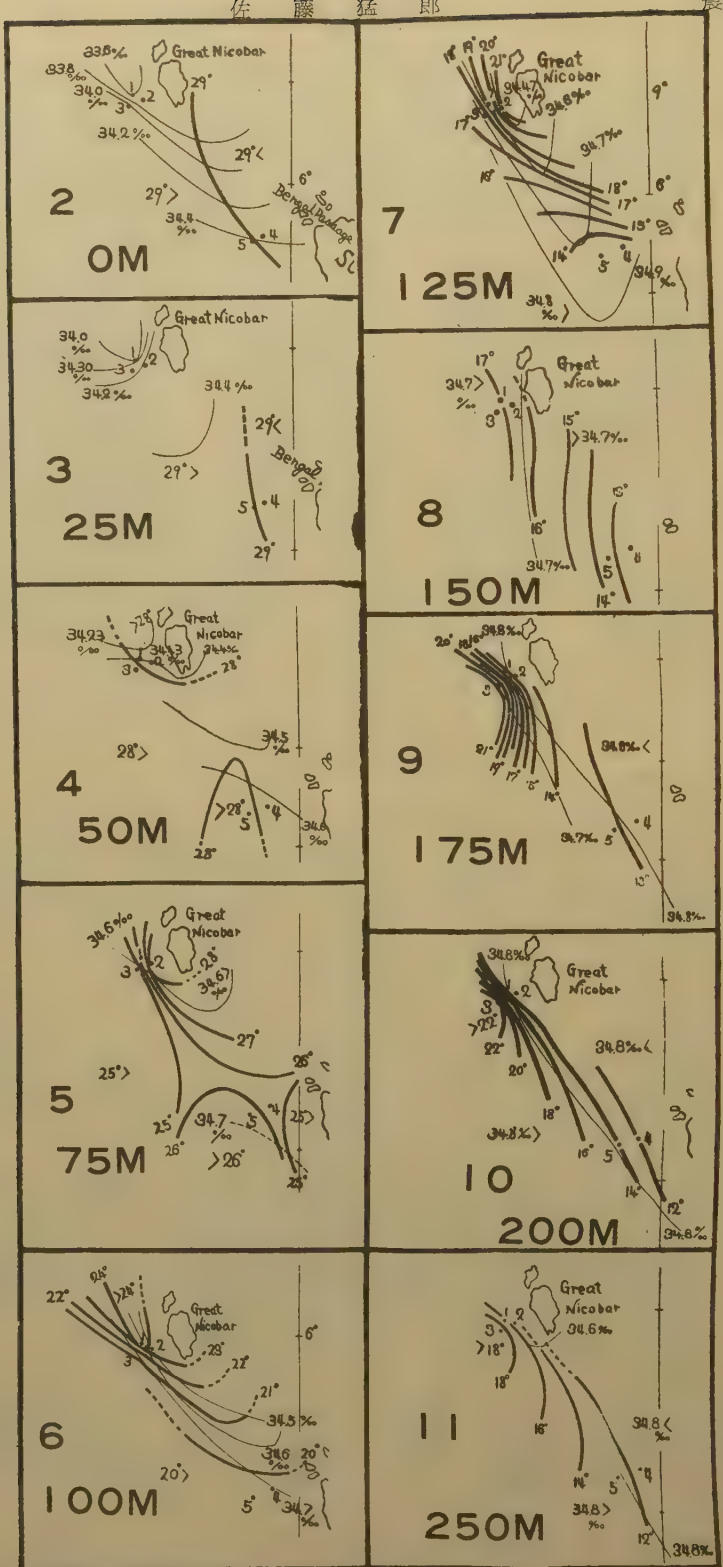
Table 1 (Continued).

Station	18		21		25		29		31		32		33		34	
Date Hour Locality	Jan. 5 14h 30m S 0°32′ E97°39′.5		Jan. 8 07h 45m S 6°22′.7 E103°49′.2		Jan. 16 08h 00m S 8°37′ E110°21″		Jna. 18 10h 00m S 0°12′ E116°19′		Jan. 19 06h 20m S 9°30′ E116°28′		Jan. 20 06h 50m S 9°20′ E117°28′		Jan. 21 11h 25m S 9°57′ E116°19′		Jan. 22 08h 00m S 9°13′.0 E115°11′.0	
	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s
0	29.2	33.29	29.1	34.23	29.2		30.1	34.47	30.1		30.1	34.38	30.3	34.40	29.3	
10	28.90	33.35	29.13	34.29	29.33		29.82	34.49	29.75		29.79	34.38	30.32	34.40	29.24	
25	28.92	33.39	29.06	34.31	29.34		29.79	34.51	29.53		29.34	34.38	30.27	34.42	29.18	
50	27.92	34.63	28.53	34.51	26.14		27.50	34.56	27.37		28.53	34.40	26.41	34.42	28.98	
75	27.86	34.65	23.82	34.61	23.68		25.25	34.63	24.47		27.79	34.43	24.12	34.42	27.59	
100	23.73	34.65	17.85	34.70	20.93		21.75	34.61	21.10		23.44	34.60	22.13	34.42	23.59	
125	15.58	34.69	15.51	34.74	16.74		19.23	34.69	19.47		20.21	34.78	18.46	34.43	20.91	
150	14.05	34.81	13.81	34.76	14.83		16.84	34.70	16.96		15.68	34.79	16.85	34.45	18.62	
175	12.91	34.76	12.62	34.78	13.31		14.44	34.72	14.27		13.61	34.81	15.13	34.47	15.39	
200	12.13	34.69	11.71	34.79	12.02		11.87	34.76	12.87		12.53	34.81	13.58	34.47	13.03	
225	11.59	34.69	11.16	34.79	11.20		10.94	34.79	12.12		11.47	34.79	12.78	34.51		
250	11.32	34.69	11.02	34.79	10.59		10.29	34.83	11.40		10.52	34.78	12.07	34.47		
275	11.14	34.69	10.84	34.81	10.15		9.64	34.85	10.70		9.70		10.97	34.56		
300	10.96	34.70	10.64	34.81	9.69				9.92		9.08		10.18	34.58		
325	10.97	34.72	10.44	34.83	9.59				9.67		8.42		9.40	34.63		
350	10.87	34.74	10.14	34.83	9.08				9.34				8.66	34.69		
375	10.75	34.76							9.33				8.48			
400	10.65	34.76							9.23				8.31			

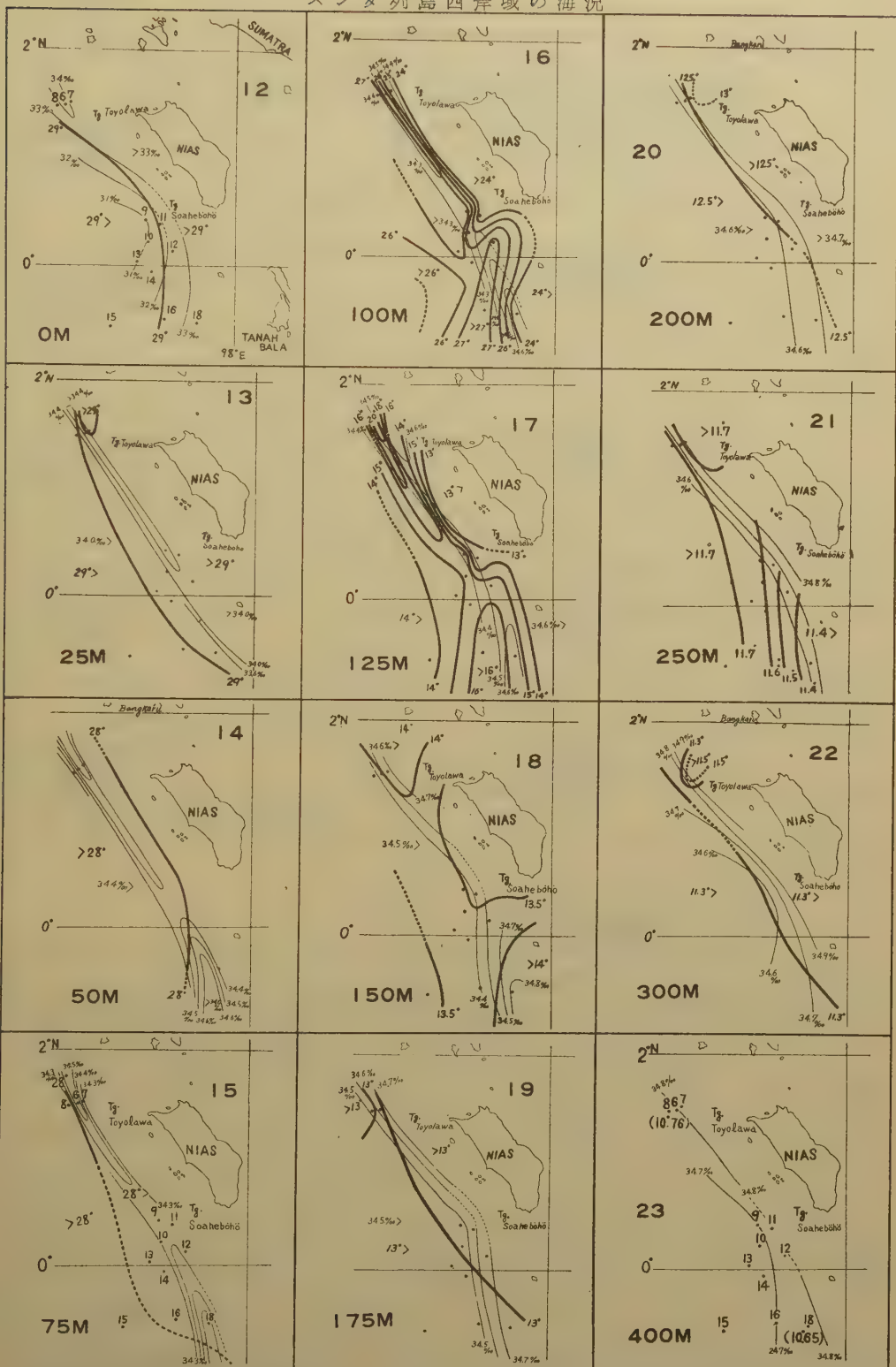
Table 1 (Continued).

Station	10	11	12	13	14	15	16	19
Date Hour Locality	Jan. 3 17h 20m N 0°13′ E 97°12′	Jan. 3 22h 00m N 0°23′ E 97°18′	Jan. 4 0h 00m N 0°08′ E 97°21′	Jan. 4 02h 05m N 0°02′ E 97°06′	Jan. 4 17h 00m S 0°03′ E 97°14′	Jan. 4 20h 55m S 0°34′ E 96°52′	Jan. 5 00h 50m S 0°29′.6 E 97°21′.5	Jan. 8 03h 10m S 6°19′.3 E 103°56′.5
	t	t	t	t	t	t	t	t
0								
10								
25								
50								
75							27.69	
100	25.55	23.55	27.06	27.14	26.39	25.09	27.43	19.02
125	15.05	13.59	15.25	14.84	15.16	14.30	16.23	14.88
150	13.65	13.28	13.86	13.96	13.99	13.31	13.93	13.30
175								
200								

20	22	23	24	26	27	28	30
Jan. 8 05h 05m S 6°20′.5 E 103°49′.5	Jan. 15 14h 35m S 9°00′ E 108°33′	Jan. 15 19h 15m S 8°32′ E 109°04′	Jan. 15 23h 50m S 8°35′ E 109°38′	Jan. 17 11h 30m S 8°51′ E 113°50′	Jan. 17 18h 50m S 9°13′ E 114°56′	Jan. 18 00h 25m S 9°16′ E 115°46′	Jan. 18 21h 35m S 9°0′ E 116°10′
t	t	t	t	t	t	t	t
			29.4	30.0	29.8		29.4
						28.34	
		24.04		25.54	24.76	24.48	23.45
18.25	19.15	20.16	20.43	20.60	18.53	21.25	21.55
15.13	16.54	16.31	15.56	20.60	14.49	21.72	18.56
13.47	15.01		13.42		13.32	16.24	15.13

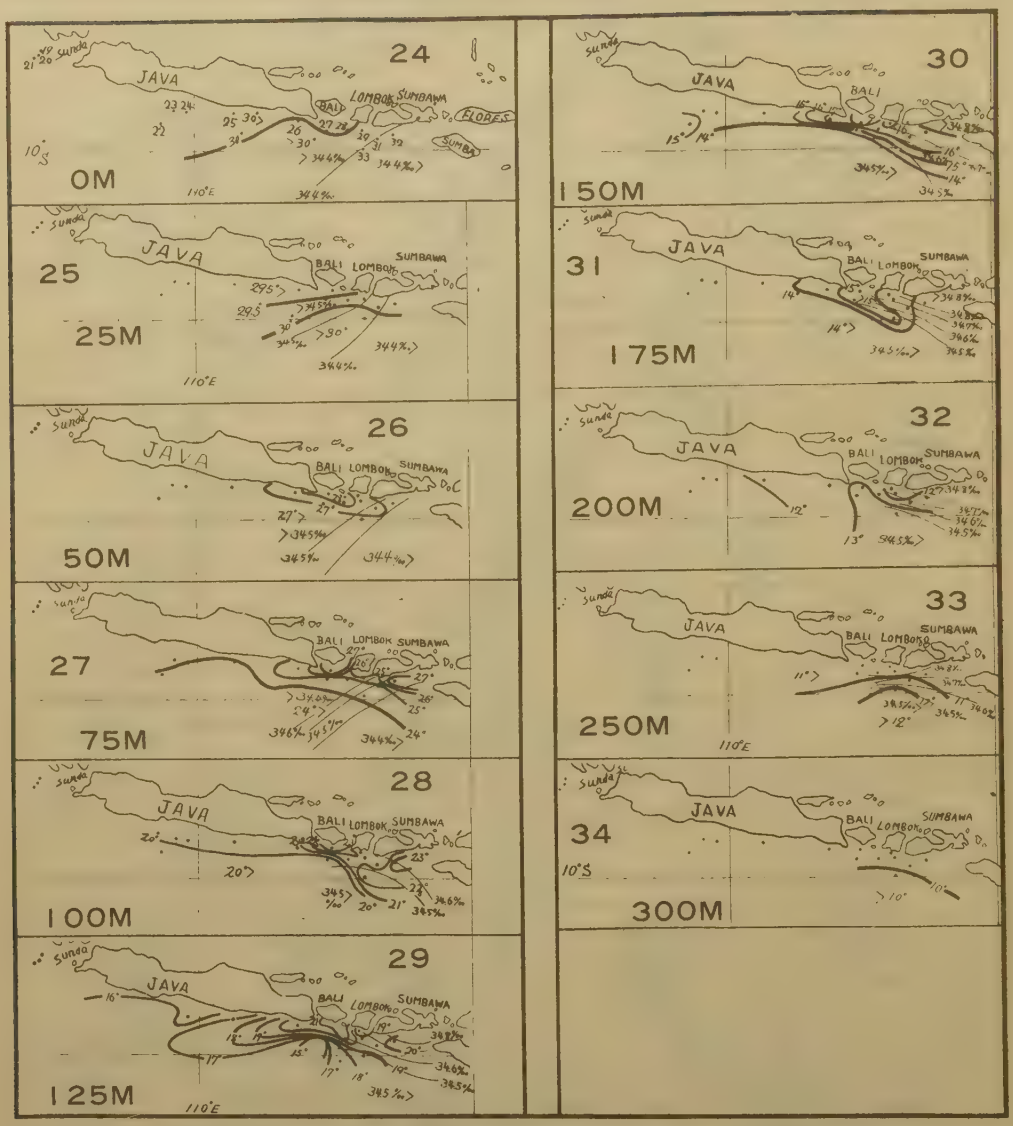


Figs. 2—11. Horizontal distribution of water temperature and salinity in the waters north of Sumatra, 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 and 250m.
Remark : Thick curves correspond to water temperature and thine curves to salinity.



Figs. 12—23. Horizontal distribution of water temperature and salinity in the waters west of the equatorial part of the Mentawei Islands, 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300 and 400m.

Remark : Thick curves correspond to water temperature and thine curves to salinity.



Figs. 24—34. Horizontal distribution of water temperature and salinity in coastal waters south of Java, 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 150, 175, 200, 250 and 300m.
Remark : Thick curves correspond to water temperature and thine curves to salinity.

光電比色計による魚肉腐敗過程の研究

第 1 報

アンモニヤ態窒素の定量※

田川昭治・芳野信夫・宮内敬三郎

Electrophotometric Studies on the Fish Meat Putrefaction Process (1).
Determination of NH_3-Nitrogen.

By
Shoji TAGAWA, Nobuo YOSHINO and Keizaburo MIYAUCHI

This experiment has been carried out by using electrophotometer and micro-diffusion vessel. The results obtained are as follows.

1. By using electrophotometric method of NH_3 together with Nessler's reagent, color intensity was found proportional to concentration, obeying Lambert-Beer's law.
2. The volatile NH_3 brought about by putrefaction of fish meat increases with lapse of time. According to our results, a purid smell is scented when NH_3 is over 30mg%.
3. Using micro diffusion vessel, NH_3 diffuses completely, almost 100%, by keeping at 30° C. for an hour.

緒　　言

魚類及びその加工品の鮮度を測定するには，従来アンモニヤ態窒素，硫化水素，トリメチールアミン，pH 等数多くの要素につき測定せられているが，その操作の煩雑性，測定値の普遍性，測定に長時間を要する事等の為に，未だ実際満足すべき実用性を有している方法はない様に思われる。

ネスラー試薬によるアンモニヤの比色法を魚肉及びその他の物質のアンモニヤの測定に応用する事は従来も考えられ，試みられていたが，その呈色が不確実で，Tillmans（1927）Glassman（1929）等により阻害物質の除去が考慮されたに拘らず，尚実用性を有するには至らなかつた。

筆者らはネスラー試薬を使用しての魚肉中のアンモニヤ測定に当り，阻害物質による障害は，Conway 氏の微量拡散装置の適用により解決し得るのではないかと考え，その操作法に検討を加えてこの実験を行つた。

※ 水産講習所研究業績　第110号

実験方法及び資料

資料はすべて吉見近海産の鮮魚を使用した。併し水揚後供試する迄の時間は不明である。

実験方法は標準直線を求める場合は，種々経験の結果次の如き方法を採用した。即ち濃度の異る5種の NH_3 標準液（NH_4Cl 溶液）各1cc 宛とり，之に NH_3 不含の蒸溜水を加えて 30cc にする。之にネスラー試薬 2cc 宛を加え，10～15 分後に容量 7cc（厚さ25mm）の Cuvett を用いて 460mμ〔日立光電比色計の filter B〕にて比色する。この際盲検としては NH_3 標準液の代りに蒸溜水を 1cc 用いて，同様に操作し，7cc の Cuvett を用いて 460mμ に於てμA メーターの読みを 60 に合せる。

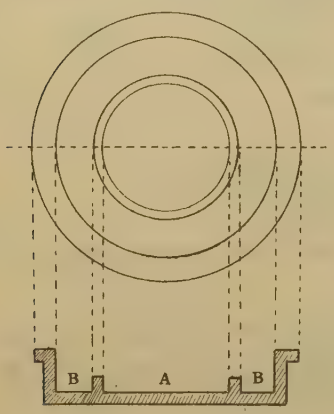


Fig. 1. Micro-diffusion vessel
A : inner room
B : outer room

尙実際の鮮魚の場合は頭部，内臓を除去した摺砕肉を用い，約 10g 前後を精秤し，之を蒸溜水に浸漬して NH_3 を溶出せしめ，之に除蛋白剤（5%醋酸鉛溶液）20ccを加えて遠心分離し，その上澄液を 100cc にする。この 1cc を，Fig 1 の如き微量拡散検測器の外室に加え，内室には 1/150 N.HCl 溶液 2cc を加え，K_2CO_3 溶液（50%）を加えて手早く摺合せ蓋を施し，発生する NH_3 を内室の HCl に吸収せしめる。この際，空気恒温槽中に 30°C，1hr 放置して拡散を完了せしめる。その後の操作は標準直線作製の場合と全く同様に，内室より 1cc をとつて試料とし，蒸溜水にて 30cc に稀釈し，盲検を 60μA に合せて，7cc の Cuvett にて 460mμ にて比色する。

実験結果

（1）標準溶液の場合

上記の標準溶液にて測定した結果は Table 1 に示す通りである。之の濃度 C と吸光度 E との関係をグラフに画けば Eig 2 の如くである。

（2）標準直線の検討

上記の如くして作製した NH_3 の標準直線 Fig. 2 は，標準直線作製に用いた標準溶液を用いて検討した。即ち各標準液 2cc を微量拡散検測器の外室に加え，内室には 1/150 N. HCl 2cc を加え，外室に 50% K_2CO_3 溶

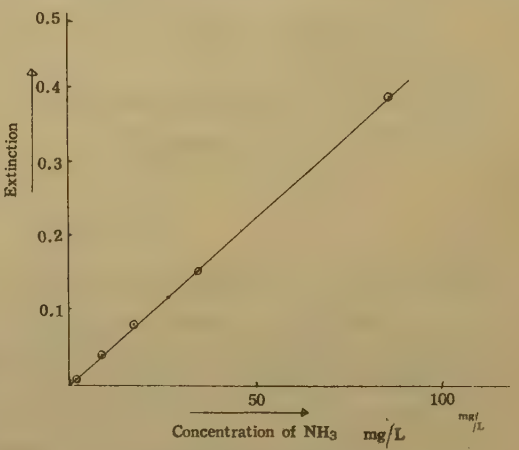


Fig. 2. Standard line of NH_3
Relation between concentration and extinction in standard solution.

Table 1. Relation between concentration and extinction in standard solution. $E=-\log T$. $K=\frac{E}{C}$

Concentration of NH_3 mg/L	μA	Transmission %	Extinction E	Extinction Coefficient K
0	60.0	100		
1.7×1.0018	58.9	98.1	0.008	0.0047
8.5×1.0018	54.5	90.8	0.042	0.0049
17.0×1.0018	49.7	82.8	0.082	0.0048
34.0×1.0018	42.1	70.1	0.155	0.0045
85.0×1.0018	24.7	41.1	0.387	0.0045

液を加えて（1）の場合と全く同様に操作した。その結果は Table 2に示す。

Table 2. Comparison of observed value of concentration with theoretical value of concentration.

Theoretical concentration of NH_3 mg/L	Empirical concentration of NH_3 mg/L	Extinction E	Percent of diffusion
1.7×1.0018	1.704	0.0039	100.05
8.5×1.0018	8.502	0.0195	99.72
17.0×1.0018	17.040	0.0390	100.05
34.0×1.0018	33.964	0.0779	99.72
85.0×1.0018	85.020	0,1950	99.72

（3）資料の場合

資料には，サバ *Scomber japonicus*，ウルメイワシ，*Etrumeus micropus*，マイワシ *Sardinia melanosticta*，アジ，*Trachurus japonicus*，の夫々を 25～30°C の室温に放置し，12時間毎に NH_3 を測定した。その結果は Table 3，4，5，6，及び Fig. 3である。

Table 3. Relation between time and NH_3 mg % in *Scomber japonicus*.

Time (hr)	μA	Extinction	NH_3 mg %	Purid smell
0	57.9	0.017	7.55	−
12	55.1	0.037	15.23	−
18	52.0	0.062	28.87	+
24	49.4	0.084	36.21	++

Table 4. Relation between time and NH_3 mg % in *Etrumeus micropus*.

Time (hr)	μA	Extinction	NH_3 mg %	Purid smell
0	55.8	0.032	13.14	−
12	53.6	0.049	18.10	−
24	52.5	0.058	28.04	+
36	50.7	0.073	31.80	++
48	47.1	0.105	45.28	+++

Table 5. Relation between time and NH_3 mg % in *Sardinia melanosticta*.

Time (hr)	μA	Extinction	NH_3 mg %	Purid smell
0	55.1	0.037	14.27	−
12	54.7	0.040	20.58	−
24	53.0	0.054	25.22	−
36	50.5	0.075	34.62	+
48	46.9	0.107	56.32	++

Table 6. Relation between time and NH_3 mg % in *Trachurus japonicus*.

Time (hr)	μA	Extinction	NH_3 mg %	Purid smell
0	58.1	0.014	6.16	−
12	55.7	0.031	13.12	−
24	54.0	0.046	18.25	−
48	50.3	0.073	31.51	+

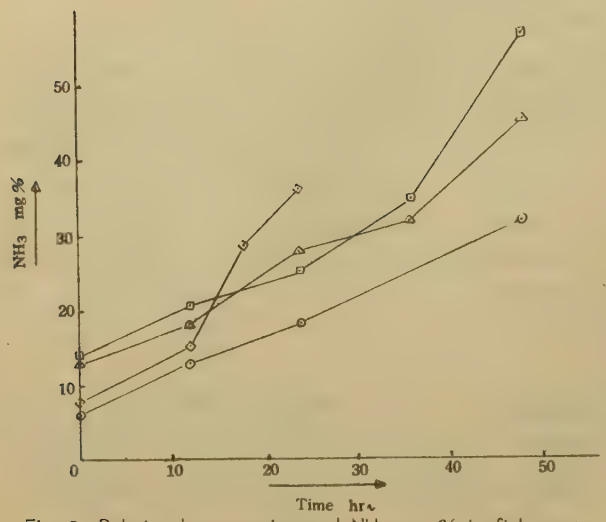


Fig. 3. Relation between time and NH_3 mg % in fish meat.
⊙ : *Trachurus japonicus*
◇ : *Scomber japonicus*
△ : *Etrumeus micropus*
⊡ : *Sardinia melanosticta*

考　　察

Conway式 微量拡散検測器と光電比色計を用いて NH_3 の比色定量を行う場合，今迄Nessler's Reagent を用いて発色させていた場合に伴う色々の障害は，之を拡散吸収させると，弱塩基の NH_3 は強塩基の K_2CO_3 によつて駆逐されて，内室の HCl と反応して NH_4Cl の形になるものと考えられる。故に当然何等阻害物質を含まず，その拡散さえ完全に行われるならば，容易に定量できる。併し実際要求されている迅速なる定量という点に於ては未だ不充分である。即ち拡散を平均100% 行わせる為には，30°C で1時間放置する必要がある為である。之は今後考慮すべき問題であろうと思われる。

摘　　要

1） Nesslers Reagent による NH_3 の比色の際，その発色度は濃度に比例する。即ち Lambert-Beerの法則に従う。

2） 鮮魚の鮮度低下による NH_3 の発生量は時間の経過と共に増加し，大体 30mg% 以上になると腐敗臭が感じられる。

3） 微量拡散検測器に於ては，NH_3 の拡散は 30°C, 1 hr で殆んど完全である。即ち実験結果では 99.8% の拡散が行われている。

文　　献

1） 三宅泰雄・松尾秀夫：1943. 水の化学分析法. 地人書館，東京.

2） 石坂音治：1952. 微量拡散分析及び誤差論. 南江堂，東京.

3） 斉藤正行：1953. 光電比色計による臨床化学検査. 南山堂，東京.

4） 大幸勇吉：1942. 化学実験学（第1部）第10巻，分析化学Ⅱ. 河出書房，東京.

遠洋底曳網漁獲物の原料学的研究

1. 各種原料魚肉の溶解度について※

大庭安正・白石友義・稲益猷二

Studies in Fish Meat as Raw Material.
1. On Solubility of Various Fish Meat in Different Concentration of NaCl Solutions.

By
Yasumasa ŌBA, Tomoyoshi SHIRAISHI & Yūji INAMASU

Meat nitrogen solubility was studied in variously concentrated NaCl solutions of several Kinds of fish, such as "Eso" (*Saurida argyrophanes*), "Shiroguchi" (*Nibea argentata*), "Kiguchi" (*Pseudosciaena manchurica*), "Honnibe" (*Nibea imbricata*) and "Hamo" (*Muraenesox cinereus*), which were caught in Eastern China Sea and Yellow Sea by Danish seine boats and Trawlers.

When those fishes are apparently in ordinary condition in degrees of freshness to be used as raw material for food manufacture, meat nitrogen solubility attains its maximum in a range of 1½N−2 N concentration, almost irrespective of kinds of fish and fishing seasons.

緒　　言

遠洋底曳網漁獲物は其の種類数量共に非常に多く，是等の漁獲物は煉製品を始めとして其の他多くの水産製品の加工原料として使用せられているが，是等の製造加工に当つて其の原料魚肉の性状を知る事は，加工方法の面からも，又製品の面からも重要な事である。著者等は是等の観点から先づ数種の重要な底曳漁獲物に就いて，其等の魚肉の溶解度について実験を行つた。

志水寛氏[1]はサバ肉，清水亘氏[2]はコイ肉，タイ肉について食塩水溶液を用い，是等の肉蛋白の溶解度を見ているが，より広い範囲で実際面に関連した原料学的な報告は余り見当らない様である。

実　　験

試　　料

原料魚は遠洋底曳網漁獲物の中，エソ，ホンニベ，シログチ，キグチ，ハモ等の重要な魚種に就いて行つた。

是等の試料は煉製品及び其の他の加工品原料として使用せられる氷蔵トロ箱詰の普通の鮮度のものである。但し参考のため試料採取の都度其の鮮度については肉眼的な鮮度判定の結果を附記して置いた。

試料の調整

※水産講習所研究業績　第111号

原料魚体を良く水洗し，三枚に卸し，血合肉が混入せぬ様其の背部精肉を採り，乳鉢にて充分摺潰捏和し，粘稠なる試料を調整した。

実 験 方 法

此の試料約2 gr を精秤し，次の各種食塩溶液 100cc 中に浸漬し，再三攪拌し乍ら一時間放置後，遠心沈降器にて沈降濾別し，上澄液より 10cc を採取し窒素量を定量した。

使用食塩溶液濃度：½N(約2．9％)，1N(約5．9％)，1½N(約8．8％)，2N(約11．7％)，2½N(約14．6％)，3N(約17．5％)，窒素の定量は常法（ハーフミクロケルダール法），水分は加福式蒸溜法，粗脂肪は常法，アンモニア態窒素は通気法(A.O.A.C 改良法)によつた。

以上の中，粗脂肪及びアンモニア態窒素は参考資料として定量したものである。

実 験 結 果

実験の結果に付いては第1表（エソ），第2表（シログチ），第3表（キグチ），第4表（ホンニベ），第5表（ハモ）に掲げた。

Table 1. Solubility of "Eso" (*Saurida argyrophanes*) fish meat in NaCl solutions.　　g/sample /100gr

Date	Moisture	Total-N	Water soluble total-N	Soluble Nitrogen in different concentracted in Nacl solution						Crude fat	Ammonia-N	Body weight	Apparent degree of freshness	Room temp °C
				N/2	1 N	1N/2	2 N	2N/2	3 N					
1950														
11.27	—	—	0.850	1.216	1.530	1.532	1.383	1.380	1.272	—	—	—	—	—
12. 5	—	3,361	0.991	1.222	1.626	2.172	1.831	1.720	1.560	—	—	—	—	—
21	76.74	2,737	0.797	0.989	1.339	1.828	1.857	1.771	1.396	—	—	—	—	—
1952														
2.15	76.29	3,107	0.948	1.711	1.921	2.105	2.043	2.019	1.987	—	—	—	—	11
6.23	72.23	3,363	1.044	1.432	1.697	1.913	1.769	1.693	1.559	0.22	—	190	a little good	18
25	71.83	3,566	1.058	1.386	1.749	1.767	1.817	1.741	1.640	0.23	0.010	190	inferior	20
7.30	73.72	3,295	1.037	1.405	1.644	1.685	1.520	1.461	1.436	0.53	—	200	good	29
8. 1	69.19	3,417	0.953	1.197	1.238	1.372	1.291	1.223	1.118	—	—	205	inferior	30
6	78.47	3,302	0.991	1.308	1.523	1.548	1.541	1.535	1.343	—	—	225	good	28
9	74.98	3,397	1.143	1.321	1.433	1.580	1.440	1.367	1.213	0.17	0.015	225	inferior	29
9.25	75.58	3,379	0.889	1.219	1.651	1.807	1.839	1.708	1.445	—	—	265	good	24
10. 4	73.49	3,391	0.816	1.331	1.787	1.962	2.056	1.885	1.687	—	—	270	a little good	20
13	74.75	3,081	0.694	0.705	0.951	0.913	1.110	0.979	0.906	0.45	—	150	inferior	—
17	77.12	3,295	0.756	1.418	1.865	1.986	2.318	1.883	1.670	0.12	—	190	a little good	—
21	76.40	3,392	0.769	1.235	2.111	2.225	2.175	2.105	1.964	0.14	—	195	a little good	—
23	77.95	3,096	0.880	1.388	1.508	1.711	2.118	1.675	1.434	0.17	—	150	a little good	—
11. 6	77.32	3,012	0.693	0.980	1.621	1.680	1.907	1.832	1.549	0.75	0.011	150	a little good	—
18	71.01	3,331	0.958	1.536	1.922	2.108	2.068	1.971	1.805	1.97	0.011	300	inferior	—
25	79.18	2,866	0.667	0.935	1.368	1.475	1.465	—	0.749	0.37	—	78	a little good	—
27	69.13	3,511	0.933	1.413	1.691	1.775	1.741	1.648	1.514	—	0.020	475	a little good	19
1953														
1.22	74.33	2,963	0.896	1.353	1.763	1.990	2.040	1.932	1.888	0.32	—	260	good	14

3.19	70.95	3,038	0.619	0.900	1.046	1.040	1.065	0.951	0.915	—	—	190	a little good	16
4.13	78.79	3,074	0.795	1.218	1.798	1.809	1.980	1.639	1.553	1.76	—	190	a little good	16
21	76.41	3,674	0.885	1.294	1.606	1.687	1.726	1.684	1.431	1.29	0.022	395	a little good	18
5. 2	81.20	4,050	0.853	1.045	1.508	1.740	1.816	1.778	1.566	0.82	—	215	a little good	18
7	78.60	3,584	0.868	1.412	1.641	1.692	1.784	1.718	1.644	1.14	—	280	a little good	18
12	86.69	3,230	0.823	0.885	1.195	1.313	1.515	1.502	1.343	0.22	—	205	a little good	20
14	82.85	3,138	0.886	0.978	1.315	1.519	1.634	1.520	1.513	0.23	0.013	280	inferior	16
16	76.21	3,495	1.119	1.686	1.958	2.450	2.445	2.340	2.017	0.90	—	185	good	20
21	78.70	3,597	1.058	1.149	1.497	1.649	1.683	1.652	1.612	0.29	—	185	a little good	23
11.19	77.07	3,240	0.980	1.216	1.617	1.952	2.138	1.963	1.923	—	0.021	—	a little good	10
27	76.79	3,368	0.938	1.661	2.365	2.592	2.473	2.461	2.329	—	0.017	233	a little good	10
12. 8	77.06	3,115	0.865	1.214	1.599	1.770	1.820	1.772	1.621	0.28	0.025	460	a little good	9
15	77.88	3,104	0.892	1.217	1.894	2.139	2.190	2.169	2.001	0.24	0.021	255	a little good	13

Table 2. Solubility of "Shiroguchi" (*Nibera agentata*) fish meat in NaCl solutions. g/sample 100gr

Date	Moisture	Total-N	Water saluble tatal—N	Soluble nitrogen in different concentracted in NaCl soln						Crude fat	Ammonia — N	Body weight	Apparent degree of freshness	Room temp °C
				N/2	1 N	1N/2	2 N	2N/2	3 N					
1953 6.30	78.02	2.754	0.855	1.471	1.721	1.905	1.846	1.686	1.475	0.10	0.018	465	a little good	20
7. 2	78.71	3.033	0.959	1.258	1.647	1.798	1.662	1.497	1.391	0.27	0.016	297	a little good	24
11.17	80.73	2.877	0.950	1.036	1.729	2.007	2.068	2.105	1.978	0.82	0.014	225	a little good	15

Table 3. Solubility of "Kiguchi" (*Peudosciaena manchurica*) fish meat in NaCl solutions. g/sample 100gr

Date	Moisture	Total—N	Water soluble total—N	Soluble nitrogen in different concentracted in NaCl soln						Crude fat	Ammonia — N	Body weight	Apparent degree of fleshness	Room temp °C
				N/2	1 N	1N/2	2 N	2N/2	3 N					
1953 6.19	81.40	2.803	0.912	1.180	1.688	1.728	1.797	1.930	1.782	—	0.010	260	a little good	23
7.15	79.66	2.740	1.027	1.082	1.486	1.767	1.727	1.619	1.538	0.13	0.023	172	a little good	28
10.20	79.70	2.814	0.971	1.079	1.569	1.862	1.971	1.951	1.931	—	0.025	173	a little good	19
26	80.12	2.860	0.943	1.064	1.633	1.951	2.021	2.015	1.984	—	—	138	a little good	18
11.11	79.48	2.927	0.922	1.069	1.577	1.934	2.088	2.096	1.996	0.14	0.016	288	a little good	18

Table 4. Solubility of "Honnibe" (*Nibea imbricata*) fish meat in NaCl solutions. g/sample 100gr

Date	Moisture	Tatal N	Water soluble total—N	Soluble nitrogen in different concentracted in NaCl soln						Crude fat	Ammonia — N	Bady weight	Apparent degree of freshness	Room temp °C
				N/2	1 N	1N/2	2 N	2N/2	3 N					
1953 5.30	81.29	3.337	0.807	0.864	1.179	1.459	1.711	1.627	1.663	0.55	0.013	360	inferior	20
6. 3	81.96	2.787	1.016	1.161	1.352	1.719	1.978	1.810	1.532	0.11	0.011	290	a little good	19
11.13	76.85	2.859	0.972	1.408	1.568	1.826	2.022	1.924	1.708	0.14	0.016	520	a little good	13

Table 5. Solubility of "Hmao" (*Muraenesox cinereus*) fish meat in NaCl solutions.　g/sample 100gr

Date	Moisture	Total-N	Water soluble total-N	Soluble nitrogon in different concentracted in NaCl soln						Crude fat	Ammonia-N	Body weight	Ap parent degree of fres khess	Room temp °C
				N/2	1 N	1N/2	2 N	2N/2	3 N					
1953														
9.29	77.46	4.160	0.775	1.189	1.434	1.426	1.459	1.402	—	0.41	0.011	650	good	22
10. 6	77.55	3.150	0.949	1.378	1.727	1.745	1.835	1.773	1.672	—	—	440	inferior	20
12	79.14	3.095	0.875	1.215	1.539	1.650	1.563	1.570	1.439	0.22	0.020	610	a little good	8

以上の結果に見られる様に是等の底曳網漁獲物の食塩溶液に対する可溶性魚肉の溶解度は，清水氏[2]がタイ肉及びコイ肉を用いて指摘した様に，この実験に於てもその濃度が増大するに従つて増し，或る濃度に達すれば其れより漸時溶解度は減少する。即ち1½N（約８．８％）と２N（約１１．７％）との間に於て最高の溶解度を示す様である。この溶解度は普通加工に用いられる鮮度のものでは，魚種，魚体の大小，漁獲時期等には余り関係がない様で，使用する食塩の濃度によつて大きく支配せられる如くである。

摘　　要

１．遠洋底曳網漁獲物の中，エソ、シログチ．キグチ．ホンニベ．ハモ等の魚肉の食塩水溶液に対する溶解度について検討した。

２．普通加工に用いられる鮮度のものであれば，是等の魚肉の食塩水溶液に対する溶解度は，魚種や時期等には余り関係なく，食塩濃度 1½N～２ Nの間で最高の溶解度を示す様である。

文　　献

1）志水　寛・清水　亘：1953．日本水産学会誌．**19**，753.

2）清水　亘：1949．蒲鉾．生活社．

魚肉変質の生化学的研究 (1)

防腐剤を添加した魚肉中に生ずる揮発性塩基 —アンモニア及びトリメチルアミン—に就て※

藤井　実・富田輝雄

Biochemical Studies on the Degeneration and Putrefaction of Fish Meat. (1)
On Volatile Base-Ammonia and Trimethylaminefrom Fish Meat immersed in Solution of an Antiseptics as Toluene, Toluene-Chloroform Mixture.

By
Minoru FUJII and Teruo TOMITA.

Volatile basic-nitrogen, ammonia-nitrogen (NH_3—N) and trimethylamine-nitrogen (T. M. A. —N) in meat of the sardine were determined without bacillus contamination by immersion in solution of an antiseptic such as toluene or toluene-chloroform mixture. The results run as follows : —

(1) The amounts of NH_3—N and T. M. A. —N were dependent on kinds of antiseptics and degrees of temperatures at which storage was done. In the meat immerse in toluene NH_3—N rapidly at a high temperature (25°C) than at a low temperature (5°～6°C). T. M. A. —N increased under the same experimental conditions; viz., more at a higher than at a lower temperature but the process took place slowly.

(2) Toluene-chloroform immersion, on the other hand, caused to increase NH_3 —N very slowly in the fish meat whereas it did not bring about T. M. A. —N detectable.

緒　　言

魚肉の変質並びに腐敗の進行と共にアンモニア (NH_3) は著しく増加し同時にトリメチルアミン ($(CH_3)_3N$) が増して臭気を強め蛋白質の分解に伴いアミノ酸の消長[1] が見られ更に腐敗毒も生成される。清水．大石氏[2] 等に依るとホシザメの生肉を貯蔵中生成される NH_3 の基質は尿素で其の分解は筋肉中のウレアーゼに依るものでなく細菌のウレアーゼに依り発生せしめられるという。然るに山田．新間[3] 氏等はサメ肉の鮮度低下に伴い発生する乳酸と NH_3 を測定し NH_3 の基質は尿素でないと述べている。一方試料調製の方法を見るに殆ど魚肉を海砂で擂砕したものを自然放置するか或は之に防腐剤を添加して後実験に供している。従つて実験の条件に依つては擂砕の際に混入する雑多の細菌により複雑な影響を受けて細菌以外の因子に依る影響は判然としない恐れも多分に有る。従つて又 NH_3—N に基礎を置く腐敗時期の決定に関してもその見解が一致しないのも当然と考えられる。魚肉の腐敗初期に於ける NH_3—N は通常３０～４０mg%とせられているが，５０mg%を限度とする報告も [4] ある。

※ 水産講習所研究業績　第112号

又板鰓類では新鮮なものでも 100mg% を越えることも度々である[4]。著者等は魚肉の変質腐敗の過程に於いて生産される物質の生産機構を生化学的に研究せんとするものであるが先づ防腐剤添加に依る除菌条件下に肉中に発生する揮発性塩基窒素及び温度の影響に就き二・三の実験結果を得たので報告をする。

実　験　の　部

測　定　方　法

揮発性塩基窒素（V.B.N）：水銀柱３０mm，湯浴温度４５度の減圧下で蒸溜し初溜が出初めてから３０分間溜出を行い N/28のH_2SO_4 及び NaOH を用いて滴定する。

$(CH_3)_3N$（T.M.A.）及びNH_3：マイヤー[5]（Mayer）の試薬即ちHgI_2 と KI の混液を被検液に添加しT.M.A. の黄色沈澱を生ぜしめ上澄液を減圧溜蒸して之より得た値をNH_3—N として V.B.N.—N よりNH_3—N を差引いた値を以て T.M.A.—N とする。

（１） 予備試験—無頭無内臓魚体と非処理魚体の鮮度の比較

無頭無内臓魚体の鮮度保持の良好なことは旧くから大島氏[6] が立証している。変質腐敗の生化学的変化の経過を知る予備実験として頭部内臓部を除去した後水洗した肉部（A）と魚体表面を水洗した魚体（B），二群を５～６°C の氷蔵庫に貯蔵し時日の経過に伴うNH_3—N，T.M.A.—N 及び水分を測定し第１・２表の如き結果を得た。用いた魚種は大羽うるめ鰯である。

Table 1. Percentage of volatile basic-nitrogen, ammonia-nitrogen and trimethylamine-nitrogen in round herring meat stored in ice box at 5~6°C

	A group			B group		
Days stored	V.B.N.—N (mg%)	NH_3—N (mg%)	$(CH_3)_3N$—N (mg%)	V.B.N.—N (mg%)	NH_3—N (mg%)	$(CH_3)_3N$—N (mg%)
0	12.30	12.30	—	12.30	12.30	—
2	18.55	15.26	3.29	39.90	34.78	5.12
4	45.99	42.12	3.87	77.84	63.35	14.49
6	86.60	72.18	14.42	—	—	—

Table 2. Change of moisture in round herring meat stored in ice box at 5~6°C.

Days stored	0	2	4	5	6
Moisture (%)	72.17	71.88	72.26	70.55	70.85

尚此の実験を行うに先だち V.B.N. は３０mm. 水銀柱減圧，湯浴温度４５°C 前後で初溜の溜出より３０分間の蒸溜により完全に溜出せしめ得ることを確めた。測定方法は一定量の魚肉に約 1N—H_2SO_4 液 １０cc 及び少量の海砂を加えて擂砕し其の水抽出液を除蛋白し液部を一定量として其の一部を蒸溜に附し魚肉重量に換算した。第１表に依れば B群ではNH_3—N が３０mg% を越えると肉質にやや変化が見られ所謂刺戟臭が感じられる。T.M.A.—N は５mg% 位検出された。

NH_3—N が ６０mg％以上になると悪臭鼻を突く様になる。この程度になると T.M.A.—N は１４mg% 以上になつている。然るにかかる悪臭を発生する魚体より頭部内臓を除去水洗す

ると臭気は相当改善される。このことは当然のことながら内臓腐敗が肉質部の夫に先行していることを示すもので内臓の存否は肉質鮮度の官能的鑑定に大きな影響を与えることを示すものである。一方A群に於ては NH_3—N が 40mg%（この時 T. M. A.—N は約4mg%）を越えても尚臭気を感ぜず70mg%程度になり T. M. A.—N が14mg%位になると悪臭甚しくなる。即ち T. M. A.—N に対する NH_3—N の割合はA群の方がB群の夫より常に大である。このことは T. M. A.—N と NH_3—N の増加は直接相関連したものでなく附着細菌の種類及び其の多寡による作用力の差異と魚肉の有する酵素作用並びに之等を支配する環境条件により種々変化することを示すものであろう。尚この研究発表と同時に河端氏[7]が鮪の血合肉にトリメチルアミンオキサイド（$(CH_3)_3NO$）を T. M. A. に還元する酵素の存在することを発表した。又第2表の結果から6日間の氷蔵中の水分変化は殆ど無いものと考えられるので爾後の同種類の実験に於ける分析値はすべて生肉に対するパーセントで示した。

（2） 防腐剤添加の影響

上記実験結果は変質腐敗が細菌作用と魚体酵素作用による協同的現象であることを示している。従つて細菌作用を排除した魚肉に就いて実験を行うため防腐剤を添加し温度を変化せしめて薬剤の効果と温度の関連性を検討した。

（A） トルオール浸漬の影響に就いて

体長10cm前後の真鰯の頭部内臓を除去水洗し体表面を濾紙で軽く圧しながら水分を除去した後，トルオールに浸漬5～6°C及び25°Cに放置夫々分析に供した。その結果は第3表の如くである。

Table 3. Change of volatile base in sardine meat immersed in toluene at 25°C and 5～6°C.

Days stored	Temperature (C°)					
	25			5～6		
	V.B.N.—N (mg%)	NH_3—N (mg%)	$(CH_3)_3N$—N (mg%)	V.B.N.—N (mg%)	NH_3—N (mg%)	$(CH_3)_3N$—N (mg%)
0	18.27	18.27	—	18.27	18.27	—
4	112.89	112.89	—	54.74	54.74	—
6	172.47	168.37	4.1	70.00	70.00	—
12	224.62	218.26	6.36	69.12	68.82	0.3

（B） トルオール・クロロホルム混液（9：1）浸漬の影響に就いて

魚種及び実験条件は上記と全然同一にしてトルオール・クロロホルムの混液に浸漬した試料に就いて得た結果は第4表の通りである。

Table 4. Change of volatile base in sardine meat immersed in toluene-chloroform mixture (9 : 1) at 25°C and 5～6°C.

Days stored	Temperature (C°)					
	25			5～6		
	V.B.N.—N (mg%)	NH_3—N (mg%)	$(CH_3)_3N$—N (mg%)	V.B.N.—N (mg%)	NH_3—N (mg%)	$(CH_3)_3N$—N (mg%)
0	13.5	13.5	—	13.5	13.5	—
21	26.25	26.25	—	17.5	17.5	—

第3表の結果より高温（２５°C）の場合 V.B.N.—N の増加は極めて急激で１２日目には２００mg%を越えた。併し尚腥臭不快臭は感知されなかつた。此の時T.M.A.—Nは６mg%であつた。低温（５～６°C）に於ては V.B.N.—N の増加する割合は極めて遅々としていて１２日目に於てV.B.N.—N６９mg%でT.M.A.—Nに至つては僅かに０.３mg %に過ぎない。然るにトルオール・クロロホルム混液浸漬の場合に於ては第４表の示す如く低温にては V.B.N.—N の増加は極めて小さいが，高温になるとトルオール単用の場合に比しその絶対量は小であるが低温の夫に比し多くなる。而もV.B.N.—N の大部分がNH_3—N であつてT.M.A.—N は検出出来なかつた。以上の結果からトルオール単用の場合試料の除菌が完全に出来なかつた為に緩慢な腐敗現象が進行したのではないかと考えられるが，分析の都度細菌の検出を並行して行つた結果何らの細菌をも検出出来なかつた事より魚体酵素作用に基く生産物であつてその作用は低温で阻止されるが高温で活潑な作用力を示したものと考えることが出来る。少くとも T.M.A.—N の検出前の NH_3—N の増加は細菌の関与したものと考えることは出来ない。又 NH_3－N に対する T.M.A.—N の比は第１表の夫を比較して益々大となつていて両者発生の間には何ら関連性の無いことも明である。又クロロホルム添加の場合にはトルオール単用に比して NH_3—N の量少く T.M.A.—N は殆ど検出出来ない。この事はクロロホルムがトルオールより T.M.A.—N 生成に関係する酵素作用を阻害することが強いために生ずる差異と考えられるのである。

総　　括

トルオール，トルオール・クロロホルム混液に浸漬して無菌的にした魚肉中に生成される揮発性塩基の分析を行つて次の結果を得た。

（１） NH_3—N，T.M.A.—N の量は防腐剤の種類や温度の影響により異なる。

（２） トルオールで防腐された場合２５°C に於て１２日目に NH_3—N ２１８mg%，T.M.A.—N６mg%を生じたのに５～６°C に於ては NH_3—N　69mg%；T.M.A.—N　0.3mg%を生じたに過ぎない。併し何れの場合にも腐敗臭を感じなかつた。

（３） トルオール・クロロホルム混液（９：１）の場合に比べて２１日目に於ても26mg%（２５°C）及び１８mg%（５～６°C）で T.M.A.—N は検出出来なかつた。

尚此報告の大要は昭和２８年４月の水産学会（於東京大学）にて講演した。

文　　献

1) 天野慶之・尾藤方通：1951．日水誌，**16**.
2) 清水　亘・大石圭一：1951．日水誌，**16**，423—427.
3) 山田紀作・新間彌一郎：1948．日水誌，**14**，23—26.
4) 森高次郎：水産利用学.
5) GUGGENHEIM M.：1940. Die biogenen Amine, **62**.
6) 大島幸吉：1952．水産時報，**4**，17.
7) 河端俊治：1953．日水誌，**19**，505—512.

揮発性塩基の減圧蒸溜に関する研究(1)

硫安を使用した場合の被蒸溜液のpHと蒸溜率の関係に就いて※

藤井　実・野口雅敏

Studies on Vacuum Distillating Method for Determination of Volatile Base. (1)
Relation Between Percentage of Distilled Volatile Base and pH of
Distillabe Solution when $(NH_4)_2SO_4$ was used.

By
Minoru FUJII and Masatoshi NOGUCHI

Recovery rates of volatile base from $(NH_4)_2SO_4$ solution at various values of pH under a vacuum at a pressure of 30mm. Hg., distilled at 45°C for 30 minutes were studied.

Satisfactory results were obtained when final value of pH was over 8.4; especially so MgO was used, while otherwise NaOH was added. Ordinary vacuum distilling apparatus answered our purpose.

緒　　言

魚肉の鮮度測定によく用いられるのは揮発性塩基の定量である。従つて測定法として種々の方法—減圧法，水蒸気蒸溜法，通気法及び比色法—が発表せられているが，減圧法が普通行われている。此の方法は設備の点に稍繁雑さを有するが短時間ですむ利点を有する。又最近は水蒸気蒸溜法[1]，通気法[2][3][4]に対する測定条件が種々報告されているが，アルカリ添加を過剰に行うとして添加された溶液の蒸溜によるpHの変化と揮発性塩基の収率に関しては何ら検討されていない。而して此の場合アルカリ剤としては K_2CO_3 又は Na_2CO_3 が使用されている。炭酸塩は二次的に CO_2 を発生し之が溜出液に混在して滴定の終末点を妨害[2]すると云われるので，著者等は MgO（粉末）及び NaOH 溶液を使用して減圧法を行つた場合の溶液のpHと収率の関係に就いて検討を行つた。又蒸溜装置については規格[5]にとらわれることなく適当に組合せた蒸溜装置を用いた。

実験装置及び測定方法

蒸溜装置：500cc のクライゼンコルベンを蒸溜器とし之にリービッヒの冷卸管，500cc容の厚肉三角瓶（受器）三個を順次に連結し次にU字管気圧計を経て水流ポンプに至るものである。

測定方法：0.1% $(NH_4)_2SO_4$ 溶液一定量に MgO は粉末のまま，NaOH は溶液となして添加しアルカリ性となし蒸溜に付しその前後に於ける溶液の pH を検した。滴定は N/28 の H_2SO_4，NaOH を使用した。蒸溜条件は減圧30mm. 水銀柱，湯浴温度45°C，蒸溜時間は初溜が出初めてから30分とした。

※ 水産講習所研究業績　第113号

実験結果及び考察

MgO は粉末のまま，NaOH はその濃厚液を0.1% $(NH_4)_2SO_4$ 溶液の一定量に添加して夫々 pH の異なる溶液を作りその pH を検し蒸溜終了後再び pH を検して第1，2表の如き結果を得た。

Table 1. Theoretical value of percentage of volatile nitrogen at various pH numbers in distillable solution alkalified with MgO (powder).

pH Initial	11.2	10.8	9.8	8.6
pH Final	11.0	10.8	9.5	8.4
Value obtained for theoretical. (%)	98.5	98.2	98.5	98.4

Table 2. Theoretical value of percentage of volatile basic nitrogen at various pH numbers in distillable solution alkalified with NaOH (solution).

pH Initial	14.0	13.0	11.6	11.4	11.2	10.4	9.6	9.0
pH Final	13.0	11.8	10.8	10.2	10.0	8.6	5.8	5.6
Value obtained for theoretical. (%)	98.3	98.4	98.3	98.5	98.1	98.2	51.6	22.5

第1表の結果の示す通りMgOを使用した場合初期pHと終末 pH は大体よく一致し終末 pH 8.4 以上に於て理論値に対する実験値は98%以上であつた。尚MgOを添加して pH を8.5以上になした場合溶液中には溶解出来ぬ MgO 粉末が残存していた。而して第2表に於ては初期pHが10.4迄は実験値98%以上を得たがそれ以下の pH に於ては75%以下になつた。此時の終末pHはすべて7以下の酸性側になつていた。同じ現象がMgOにも生ずるか否かを知るため MgOの水溶液を作つて添加しpH 8.4 とし之を蒸溜に付し蒸溜後のpHを検した所やはり酸性に変じていた。以上の事から蒸溜に伴い揮発性塩基が溜去せられるにつれて蒸溜液中の酸・アルカリの相対的変化を生じ此の際 MgO が過剰に添加されている場合には順次に溶解解離してアルカリ度を補つて行くため蒸溜前後に於て pH の変化があまりないのであろう。之に反しNaOHは完全解離をしているからNaOHのみで酸を完全中和する前に既存の塩基の遊離により既に高いアルカリ性を示すことになる。従つてかかる溶液を蒸溜すると低い実験値を得ることになり揮発性塩基の溜去に伴い低いpHを示すことになるものと考える。而して此の実験に於てNaOH が MgO より高い pH の限界点を示しているが，之は試料中の塩基の量に支配されるものであつて蒸溜終了後の溶液の pH が8以上を示すならば蒸溜は完全に遂行されたものと考えてよい。かかる観点からMgO，NaOH いづれを用いるも差支えないわけであるがNaOH は MgO に比し初期pHをより高くする必要があり従つて高 pH は蛋白変性による NH_3 の第二次[6]発生の原因となるといわれているから溶解度の少い MgO を使用する方が安全である。

摘　要

減圧法に於ける揮発性塩基の蒸溜率と溶液の pH との関係を検討した。減圧30mm水銀柱，

湯浴温度45°C，溜出時間30分の条件下にて蒸溜を行い溶液のpHと塩基の収率を検した処，蒸溜の前後に於て溶液のpHは使用するアルカリ剤によりかなりの変動を示し従つて塩基の収率にも差異を生ずることを知つた。即ち完全に揮発性塩基の溜出が出来たか否かを確めるためには蒸溜後の溜液のpHを検する必要があり，pH8以上を示す時は安全であることを知つた。又減圧蒸溜装置は普通の物で充分である。

文　　献

1) 富山哲夫・井出克己・秋山勉：1951. 日水誌 **17**, 191.
2) 富山哲夫：1951. 日水誌 **17**, 405.
3) 河端俊治：1953. 日水誌 **19**, 820.
4) 河端俊治・昭井博：1953. 日水誌 **19**, 741.
5) 食品衛生検査指針（1951）厚生省編.
6) 富山哲夫・原田悠三：1952. 日水誌 **18**, 112～116.

鮎幽門垂のアミラーゼ・マルターゼに就いて※

武　居　薫

Some Properties of Amylase and Maltase in Pyloric Coeca of *Plecoglossus altivelis* T. & S.

By

Kaoru TAKESUE

In an attempt to elarify change of digestive enzyme with growth of the smelt, *plecoglossus altivelis*, peculiar rise and fall of influence of amylase and its abundance in pyloric coeca were put on record in the previous report of the author.

The present paper embodies scrutiny of properties of amylase and maltase in pyloric coeca, as summarized as follows : —

（1） The enzyme was found unstable on acid side but rather stable on alkali side so far as tested at temperatures of 50°, 40° and 90°C. The enzyme has still considerably strong reducing power at 50°C in spite of its unstability around this temperature, a fact which shows its bearability to still higher temperatures.

（2） The optimum pH shifted slightly nearer to neutral point when NaCl was added to the enzyme mixture than without addition of NaCl to it.

（3） Saccharizing power of the enzyme progressed very slowly. When the enzyme was treated with heat and acid so as to be exclusively converted to β-amylase, no reducing power was exerted.

（4） Maltase was found not capable of resisting treatment with heat and acid.

緒　言

著者は前報(1)で，鮎の成長に伴う消化酵素系の変化を検討し，特にアミラーゼが興味ある消長を示すことと，更に成魚の消化器官特に幽門垂の部分に多量存在することを報告した。本文では幽門垂に存在するアミラーゼ・マルターゼの性状を明らかにしたので報告する。

本文を草するに当り，本報文の御校閲を賜つた本所教授松井魁博士に厚く感謝の意を表すると共に，本研究に御助言を頂いた本所教授藤井実氏に深謝する。又材料の蒐集に尽力された山口県外海水産試験場々長市村要氏を始め場員各位に厚く御礼申上げる。

資　料

鮎（平均体長１８cm，体重１２０g）の幽門垂からそれに附着している脂肪組織を可及的除去し，内容物を水洗，細挫し，アセトン・エーテルで順次脱水・脱脂した乾燥資料を標準篩（100mesh/inch）にかけ，得た粉末を実験の都度３倍量の８７％グリセリンを加え，２５°C

※ 水産講習所研究業績　第114号

で１０時間放置抽出した後，遠心分離し固型物を除去し清澄なる１％酵素液とし実験に供した。

〔実験Ⅰ〕 各種温度によるアミラーゼの安定性

９°，４０°，５０°C の３組に作用温度を取り１％酵素液５ccに１０％，精製食塩水１０cc，１％（無水物として）可溶性澱粉７５cc，$\frac{M}{15}$燐酸塩緩衝液１０cc をそれぞれ添加し，最後にトルオール１cc を加えて２４時間消化させた後，その消化液２０cc に就いて Hanes 法で還元糖を定量し Cu 量をもつて表した。

その結果，何れの温度に於いても至適 pH に変化なく pH６．０－６．１であつた。又３組共アルカリ性側では比較的安定であるが酸性側では不安定である。寧ろ低温に作用させる方が両性側には比較的安定性を有する様に見受けられる。高温（５０°C）では不安定であるが可成りの活力を示している。これに関しては，高橋[2]は鰤幽門垂蛋白分解酵素の耐熱性を５０°C で試験し，全く同様な現象を認めている。更に低温（９°C）と高温（５０°C）との活力の差を見ると遙かに後者が大きい（第１図）。該酵素が５０°C で不安定ながらも，なお，強い活力を有している事から，更に可成りの高温に耐え得ると考えられる。この事は Ernström[3] によると唾液アミラーゼの死滅温度は普通食塩を添加すると ５１．５－５２．０°C のものが６０°C で１時間熱するとなお１０％の力が残存し，又タカアミラーゼは更に高温に耐える事実によつて類証される様である。

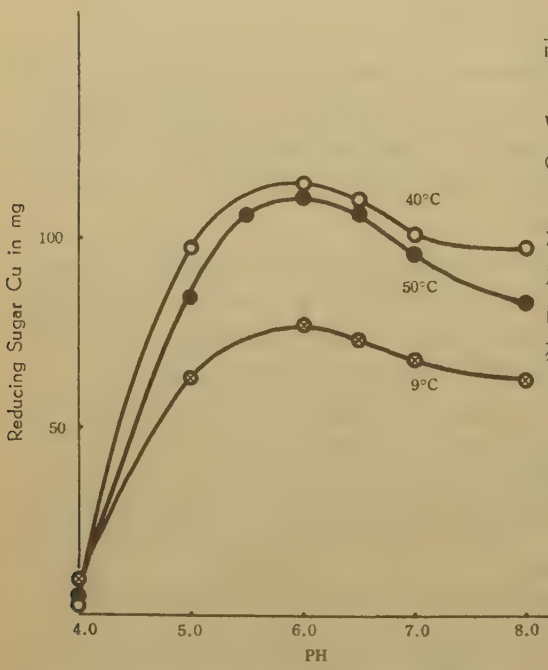


Fig. 1. Showing the stability of Amylase activity at various temperatures.

〔実験Ⅱ〕 食塩添加の影響

１．食塩賦活効果に就いて

鮎幽門垂アミラーゼに就いて食塩添加の影響と至適濃度を検べた結果は(第２図)の通りである。即ち食塩添加最終濃度0.001％から１０％まで十進稀釈により添加して，その賦活効果を検べたが，0.001％から0.01％までは，稍々賦活効果が認められたが，0.01％と１％の間は，濃度が増加しても，殆んどアミラーゼ作用に変化なく，１％より１０％に濃度増加すれば却つて抑制される。これに関しては，井上・佐藤[4]が唾液アミラーゼで 0.000001 ％から１０％までの種々の濃度で試験し本結果と同様な傾向を認めているが，その賦活効果は遙かに大きい。最適濃度は１％添加の

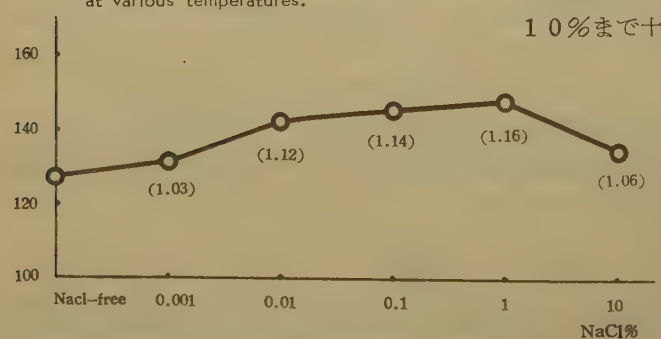


Fig. 2. Influence of adding NaCl on the activity of pyloric coeca-Amylase. Remark : (　) … Activation rate without adding NaCl.

場合で，その賦活効果は僅かに１．１６倍であつた。これに関しては，石田[5]はブダイ肝膵臓で，食塩濃度に及ぼす影響を認めているが，そのデーターを参考すると，食塩濃度が１％のとき最もよく賦活されることを示めし本実験と同値である。高等動物アミラーゼの食塩賦活効果に就いては，一般に０．０５－０．５％を最適濃度としているが，魚類では，これよりも高濃度で賦活されると考えられる。然しブダイ肝膵臓アミラーゼは１％添加により約２倍賦活されている。本種幽門垂アミラーゼは，此等諸酵素の様な効果はなく，麦芽アミラーゼと同様に食塩により殆んど賦活されない。淡水魚の本種が，海産魚のものに比べて食塩賦活作用のない点に関しては，海産魚と淡水魚アミラーゼを比較することによつて今後究明したい。

２．至適 pH に及ぼす影響について

OHLSSON[6] の研究によれば植物性アミラーゼの至適 pH は緩衝液の種類及び各種塩類により影響を蒙らない事が明かにされているが，動物性アミラーゼは，WILLSTÄTTER-WALDSCHMIDT LEIZ-HESSE[7] が膵臓アミラーゼは食塩添加により影響されないとしているが，西崎・西原[8] は食塩が存在すれば pH ６．８，然らざれば pH６．０と，中性塩添加の影響を認めている。

鮎幽門垂アミラーゼは前述の如く賦活の面では，殆んど影響が見られないが，果して至適 pH にも影響を及ぼさないものかどうかを見るために次の方法で試験した。

即ち１％酵素液５ccに$\frac{M}{15}$燐酸塩緩衝液１０cc，１０％精製食塩水１０cc，１％（無水物として）可溶性澱粉７５cc と更にトルオール１cc を加えたものを添加区とし，別に無添加区として１０％食塩水１０cc の代りに蒸溜水１０cc で置換したものに就いて，各々３１°C，２４時間消化させた後，その２０cc をとり HANES 法で還元糖を定量し Cu を以つて比較した。その結果は第３図に示した通りである。即ち無添加ではpH５．７，添加すればpH６．０－６．１と中性塩の存在によつて移動する。移動範囲の小さいのは該酵素が食塩によつて殆んど影響されない為と考える。

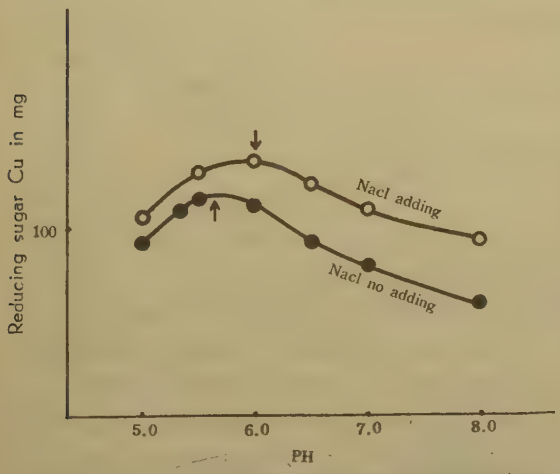


Fig. 3. Showing the change of optimum pH according to whether NaCl added or not.

〔実験III〕 幽門垂アミラーゼの糖化力

本魚は一定の大きさに成長すると遡河し逐次消化器系統を整えつつ底着性食餌，主に植物食に移るものである。

そこで今少しアミラーゼの性質を細かく知るために普通処理酵素液と酸熱処理酵素液とに分け試験した。

１．酵素液の調製

乾燥粉末 ０．５g に３倍量の８７％グリセリンを加え２５°C で１０時間浸出，濾過分離し清澄なグリセリン液を正確に５０cc に満し１％酵素液とし，使用の都度稀釈して０．２％液とした。

２．酸熱処理酵素液の調製

OHLSSON[6] の変法徳岡法により０．２％酵素液２５cc をとり０．１N Hcl で pH２．６とし，４０°C で３０分間処理した後，直ちに $\frac{M}{5}$ Na_2HPO_4 で p H６．０ に戻し之を正確に

5 0cc に満たした。

3．酵素作用の配合と定量

第1表に示した配合により糖化力を試験し一定時間おきに一定量（5 cc）を採り出し，直ち

Table 1. Composition of Amylase test.

	Normal	Attacked
1% soluble starch solution	100cc	100cc
McIlvaine buffer solution	10cc	10cc
Normal enzyme solution	20cc	—
Attacked enzyme solution	—	40cc
Distilled water	20cc	—
Toluol	1cc	1cc

にフェーリング液の中に移し酵素作用を停止し HANES 法で還元糖を定量し，Rm%で表わした。別に3分間毎に反応液から1．0cc を採り出し2cc の水に $\frac{N}{100}$ 沃度液3滴を混ぜた沃素液を混合し澱粉沃度反応により反応液の澱粉が消失し紫色となる時は直ちに前述の方法によりフェリング液に一定量（1 0cc）を入れ生成麦芽糖量を定量しRm%で表わした。

この結果（第2表）糖化曲線を吟味すると生成麦芽糖量が約2 0%に達するまでは，ほぼ比

Table 2. Decoposition rate by amylase of both normal and attacked enzyme solution.

Time	Rm %	
	Normal enzyme solution	Attacked enzyme solution
0 hr.	0 %	0 %
0.5 〃	9.8 〃	
1 〃	17.2 〃	
2 hrs.	25.0 〃	
3 〃	28.0 〃	
5 〃	33.0 〃	
10 〃	38.0 〃	
1 day	45.0 〃	
3 days	60.0 〃	
5 〃		
9 〃	77.0 〃	0 %

例的関係が見られるが，このあたりで彎曲し，それ以後は時間の経過と共に極めて僅か増加するに過ぎない。澱粉消化時間は4 5分でその時のRm%は 1 1．2% であつた。之に関して，PURR[9]，BLOM[10] は種々のアミラーゼに就いてその消失点の生成麦芽糖量を測定した結果，動物性アミラーゼは Rm% 2 0－1 0であるが植物性アミラーゼは Rm% 1 0 4－8 5となる事を観察している。本実験結果もこれと同様であることから本種該酵素は唾液アミラーゼ等と同様に α アミラーゼだけと考える。更に酸熱処理酵素液は全く還元糖を生成しないのでβアミラーゼは存在しないのであろう。

以上を総括すると，普通処理酵素液は糊精化力強く，糖化力の極めて弱いもので，恐らく α アミラーゼと考える。なお αアミラーゼだけとすると，分解率が7 7．0%，或はそれ以上の値を示す事は不思議であるが，恐らく，これはマルターゼが作用したものと思われる。最

近糖化型 α アミラーゼという様なアミラーゼも提唱されているところからすれば，これに相当するものかも知れないがこの点に関しては今後究明したい。

〔実験 IV〕　マルターゼの抵抗性

アミラーゼの諸性質の中で，マルターゼの抵抗性がよく問題とされている。そこで第1表の1％可溶性澱粉の代りに，1％麦芽糖液を用いて酵素作用を試験し，HANES 法で還元力の測定を行い，その生成葡萄糖量を％で表示した結果は第3表の通りである。

Table 3. Decomposition rate by maltase of both normal and attacked enzyme solution.

Time	Rf %	
	Normal enzyme solution	Attacked enzyme solution
0 day	0 %	0 %
1 〃	17.3 〃	7.5 〃
3 days	37.6 〃	—
6 〃	64.9 〃	10.0 〃

即ち鮎幽門垂マルターゼ作用は矢張り緩慢で，而も酸熱処理によりその作用力は減じ非抵抗性マルターゼである。

摘　　要

鮎幽門垂アミラーゼに就いて（1）各温度に対する安定性（2）食塩添加の影響（3）糖化性試験（4）マルターゼの抵抗力等を試験し次の結果を得た。

〔1〕 種々の温度に対する安定性を 50°C，40°C，9°C で各々試験した結果何れも酸性側では不安定であるが，これに反してアルカリ性側では稍々安定である。又該酵素は 50°C にもなると甚だ不安定であるにも拘らずなお可成りの還元力を有することよりこれ以上の温度にも耐え得るものと考える。

〔2〕 作用混液に食塩を添加してその賦活作用を試験した結果，本種該酵素は殆んど賦活されない。至適食塩濃度は1％である。

食塩添加（1％）により無添加のものに比べてその至適 pH は5．7から6．0－6．1えと僅かながら中性に移動する。

〔3〕 該酵素の糖化力を試験した結果，非常に糖化の伸びが悪い。一方酸熱処理を行つた所謂 β アミラーゼだけのものでは全然還元力を示さない。

〔4〕 マルターゼの抵抗性に就いて試験した結果，酸熱処理に対しては全然非抵抗性であつた。

文　　献

1) 武居　薫：1954．鮎の成長に伴う消化酵素系の変化について．水講研報，**3** (3)，55—60.

2) 高橋豊雄：1948．魚類酵素の耐熱性．(1) 塩類の影響について．日水誌，**13**(5)，199—202.

3) ERNSTRÖM, E. : 1922. Über den Temperaturkoeffizienten der stärkespaltung und die Thermostabilität der Malzamylase und des Ptyalins. Z. Physiol. Chem., **119**, 190—263.

4) 井上・佐藤：1919．酵素の作用方法に就て．(6)「アミラーゼ」賦治・柳制・破壊及保護作用に就て．東京医学雑誌，**33**(9)，471.

5) 石田寿老：1935．魚類 Amylase の最適温度について．動雑，**47**(565)，717—728.

6) OHLSSON, Erik : 1930. Über die beiden Komponenten der Malzdiastase, besonders mit Rucksicht auf dir Mutarotation der bei der Hydrolys eden Stärke Gebildeten produkte. Z. Physiol. Chem., **189**, 17—63.

7) WILLSTÄTER, RICHARD, Ernst Waldschmidt-Leiz und ALBERT R. F. Hesse : 1923. Uber Pankreas-Amylase. Oritle Abhandlung uber Pankreaseenzyme. Z.Physiol. Chem., **126**, 143—168.

8) 西崎・西原：1929. 動物性アミラーゼの Aciditätoptimum に就て，衛生試験所報告，**35**，1—8.

9) Arnulf Purr : 1934. The Influence of vitamin C. (ascorbic acid) on Plant and Animal amylase. Biochem. J., **28**, 1141—1148.

10) BLOM,T. BAK,A. & BRAAE,B. : 1936. Untensuchung über den enzymatischen Abbau der Stärke. Z. Physiol. Chem., **241**, 273—287.

Studies on the Rays and Skates Belonging to the Family *Rajidae*, Found in Japan and Adjacent Regions. 6. *Raja macrocauda*, a New Skate※

By

Reizo ISHIYAMA

In 1936 Matsubara referred an immature specimen from off Kochi to *Raja oxyrinchus* Linné. This identification has been accepted by contemporary Japanese ichthyologists without any criticism. Yet subsequent accumulation of samples which have been considered conformable to Matsubara's determination has led to elucidation of several characters which are either lacking or obscure in the aforementioned material. Things turned up in such a way as to throw doubt on identity of the Japaneses specimen with Linné's material so far as the species category goes.

Suspicion may be said plausible considering remoteness of the two localities and poorness of skates as swimmers.

A considerable number of specimens ranging younger to older and referable to Matsubara's were obtained by motor trawlers from off Miyazaki, Kochi, Aichi, Shizuoka and Chiba Prefectures, about 180—200 fathoms in depth. They were closely examined with the same method as employed by the present author in 1952, and induced him to erect a new species, *Raja macrocauda*.

It is a pleasure to record here a debt of gratitude to Dr. K. Matsubara, Professor of Kyoto Univ. for his kindness in putting his valuable specimens and important literatures at the author's disposal, and also in readig the manuscript. Further, he wishes to express his hearty thanks to Mr. I. Furukawa of the Fishery Research Laboratory of Southern Region, and also to Mr. T. Kurakake of the Fisheries Experimental Station, Aichi Prefecture, who kindly sent him many useful specimens.

Raja macrocauda, sp. nov.

Fig. 1, A.

Japanese name : Kitune-Kasube, after Matsubara (1936)

Raja oxyrinchus Linne·····Matsubara, 1936, p. 30, fig. 22 (Kochi); 1938, p. 25·····Kamohara, 1938, p. 10 (Kochi);·····Kuroda, 1952, p. 7 (Suruga Bay).

※ Contribution from the Shimonoseki College of Fisheries No. 115.

Holotype : 997mm, ♂, Miya fish market, Mar. 19, 1952.

Paratypes : 23 specimens (226—1250mm), offings of Miyazaki, Kochi, Owase and Chosi.

External : Disc broad, width 1.46, length 1.69, tail 2.26 into total length; head 1.74, snout 3.19, precaudal 1.95 and procaudal 2.46 into disc length; interorbital space flat, the width 4.30, diameter of eye 5.55, 1st dorsal 2.89, the 2nd 3.30, caudal 7.12 and ventral incision 3.19 into snout.

Width of disc is much greater than lengths of disc and tail. Snout broad, projecting with a hard rostral axis, strongly undulating in the anterior oblique margins. Interorbital space slightly concave, 1.27 times as long as the diameter of rather large eye, which is 1.54 times the length of spiracle. Stumpy tail slightly thickened in its middle part, giving a peculiar feature to the tail. Two dorsals rather large, terminated together, followed by a small flap of reduced caudal fin. Ventral fin moderately notched between rather broad anterior and elongated posterior lobes. Clasper rather large and stout, extending half way to tip of caudal. Membranous folds along sides of the tail cleary developed, arising near the portion of emergence from inner sides of the posterior lobes of ventral fins, and gradually broadened backward.

Body almost entirely smooth on both sides of disc with exceptions of the following portions armoured with spines or spinules, which are supposed to be generalized character in the spination among the species referred to the present genus. Two large nuchal spines, and an irregular row of rather obvious 12 spines developed above and in front of eye; 3 rows of erectile hooks as buckler spines, arranged irregularly near the exterior angles of pectorals; a patch of minute prickles scattered on both surfaces of the top of snout, and fringing anterior oblique marginal portion, distending rearward from the middle part of snout to the lateral angle of disc; the prickles also sparsely covering posterior oblique portion of the disc. A row of caudal spines arising in opposition to the cloaca, running rearward, intermitted by lst dorsal; two dorsals coated with many prickles (Fig. 1, A).

Internal : Rostral cartilage very long and stout, bearing obvious rostral appendices on lateral sides of the anterior portion, accompanied by deep notches anteriorly between the axial bar and the wings, but there is neither the notch nor the crest posteriorly between them, fused throughout their edges. The length of rostral cartilage amounts to about 1.8 and 1.5 times the length and width of the cranium, respectively. The length of rostral appendices is slightly shorter than one-third the length of rostral cartilage, or somewhat longer than half the width of cranium. Nasal capsule slightly domed forward. Anterior fontanella large, elongated like a leaf in shape, making excavated anterior portion pointed; posterior one also

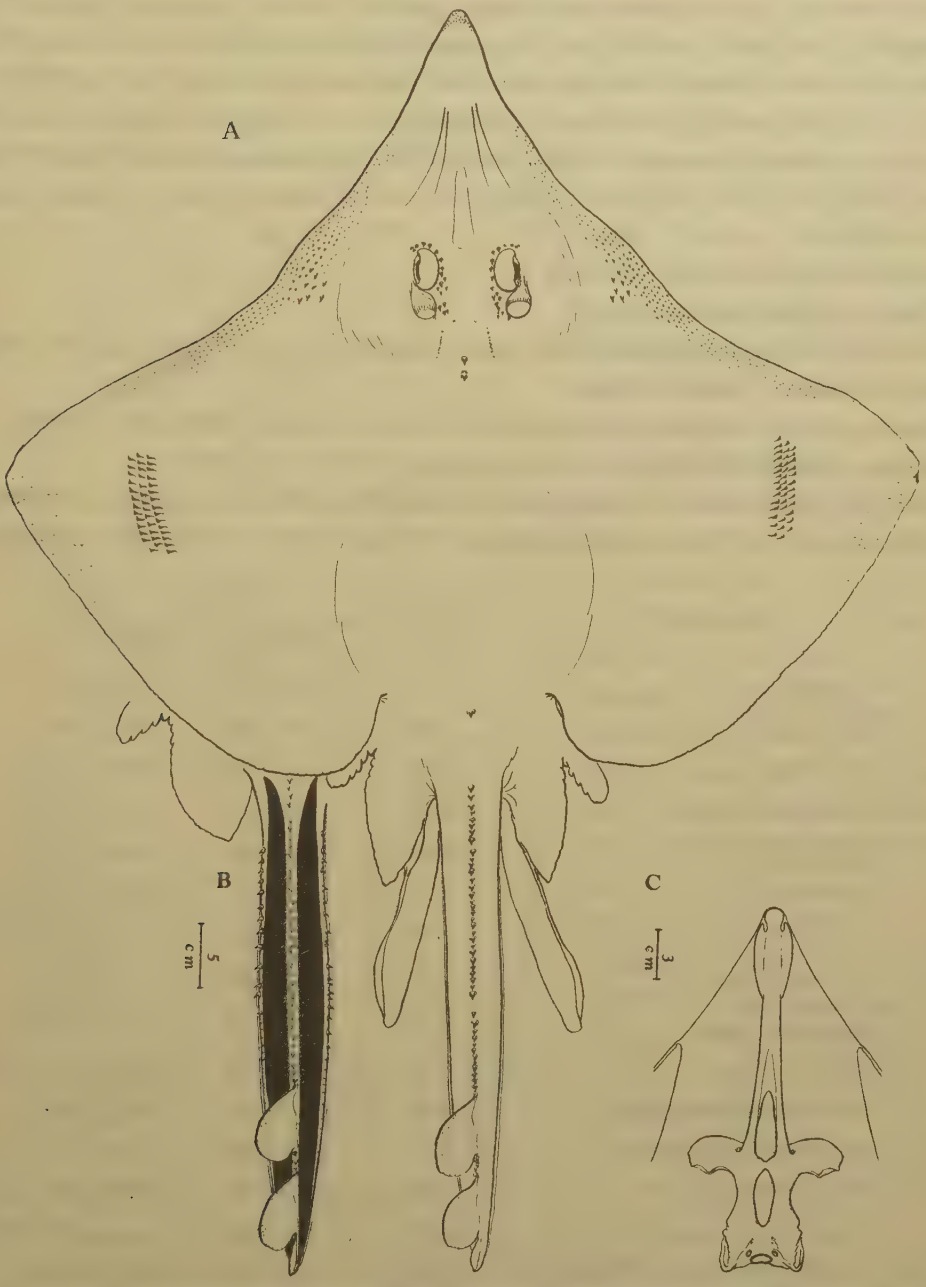


Fig. 1. ***Raja macrocauda***, sp. nov. A, holotype; B, tail of adult female, especcially showing arrangement of the spines and the electric organ in dorsal aspect, respectively; C, cranium and rostral cartilage.

large, divided by a cartilage bridge from the anterior one, elipsoid or slightly constricted in the middle part. Foramen for superficial opthalmicus nerve very small and roundish in shape (Fig. 1, C).

The electric organ enormously large, spindle shape in dorsal aspect, or cylindrical in its main portion, but is gradually tapering toward both ends, extending along both sides of the tail from near the root to the near end of the tail (Fig. 1, B). The organ is considered to add the tail a noticeable feature, and to serve as a powerful armature of the tail as will be discussed in the forthcoming paper (ISHIYAMA, 1955), in which a conception for the natural function of the organ may be given.

Vertebral counts : 26 to 29+55 to 60

Turns of intestinal valves : 11

Coloration prior to formalin preservation lead-grey in both sides of the body coated with thicker mucous slime.

Supplementary diagnosis of paratypes : Morphometries within two sexes of paratypes, coupled with those in the holotype, are shown in Table 1.

Table 1. Proportional measarments in both holotype and paratypes of *Raja macrocauda*, sp. nov. Number in parenthesis denotes number of specimens examined.

Measurement	Holotype Adult male	Paratypes	
		male (12)	famale (11)
Total length, mm	997	235—1000	226—1250
Into total length : disc, width	1.46	1.31—1.67	1.41—1.95
♂, length	1.69	1.63—1.97	1.55—2.01
cloaca to tip of tail	2.26	1.87—2.30	1.83—2.69
Into disc length : snout, length	3.19	2.78—3.25	2.69—3.18
head, length	1.74	1.65—1.86	1.66—1.76
precaudal, length	1.95	1.54—2.09	1.48—2.56
procaudal, length	4.28	2.55—4.96	2.55—5.15
Into snout length : interorbital space	4.30	4.00—5.00	4.33—5.47
orbit, length	5.55	3.45—5.96	3.72—6.25
1st dorsal fin, basal length	2.89	2.53—3.91	2.44—6.89
2nd dorsal fin, basal length	3.30	2.67—3.88	2.78—4.37
caudal fin, length	7.12	2.21—7.50	2.78—4.37
ventral incision, length	3.19	2.35—4.22	2.16—4.57

Proportional ratios of those dimensions of both length and width of disc against total and head lengths were found to cover rather short ranges in regard to variations with growth of the body. But, other characters display either considerable variations or sexual dimorphisms which may or may not be taken as biometric constants. Relative growth in respective bodily parts, such as, length and width of disc against total length, and lengths of head and snout against disc length, showed

more or less decrease to some extent. But other parts as tabulated above were distinguished as the increase or decrease in their ratios. Thus, such changes in proportinal measurments between various bodily parts in accordance with growth of the body were found very complex. These matters will be dealt with from consistent examinations in a forth coming revision of the relatives.

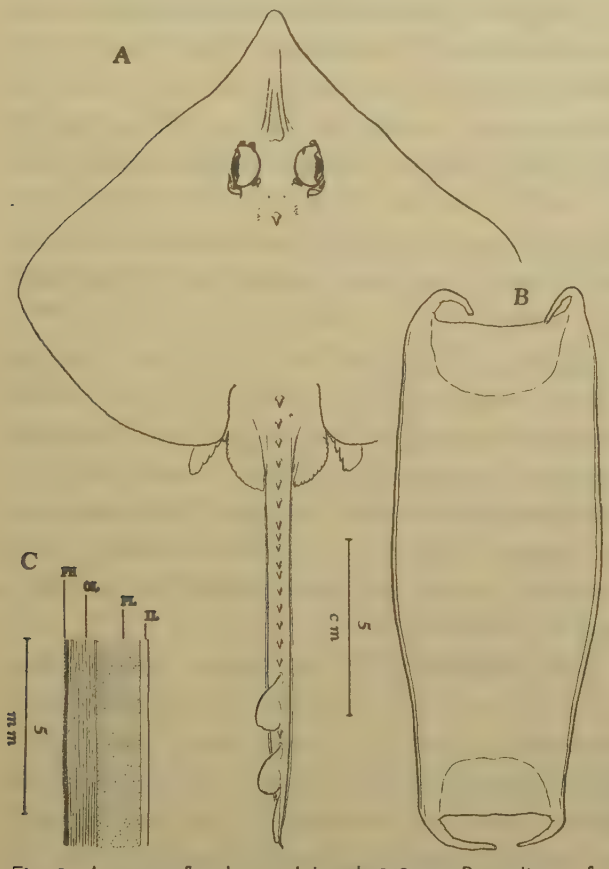


Fig. 2. A, young female, total length 240mm ; B, outline of the egg-capsule ; C, a cross section of the capsule. FH, fibroid hair ; IL, internal layer ; OL, outer layer; PL, pulpy layer.

Spinations in the young, measuring up to about 300mm in total length evade differences from sexes, viz., three distinct hooked spines occurring on the orbital ridge, the two of these bearing as preorbital and the rest postorbital one, and a large spine developing on nuchal. There is a row of caudal spines, numbering 15 to 17, of which there may be 1—2 between dorsals (Fig. 2, A). The outstanding development of the armatures which reveal sexual dimorphisms starts to sppear when the fish attains its maturation with body length about 1000 mm. The orbital spines of adult female are somewhat more numerous than in male, setting about as twice as those of the latter, and besides, three rows of caudal spines developing in female instead of one in male. The buckler spines on pectoral of male were about 2 to 3 in longitudinal and 13 in transverse broadest series (Fig. 1, A, B).

Egg-capsules were frequently obtained from the fishes procured in the spring, measuring from 1150 to 1230mm in total length. The coloration of the own capsule was yellow when extruded, and was covered with a felty mass of tightly packed fibers. The average sizes of seven capsules were 140mm in length, ranging 133 to 146mm, along the median line without horns, and greatest width 64mm, ranging 60 to 68 mm. The horns are very short, and somewhat longer in the posterior ones than the anterior, measuring about 30 to 40mm and 24 to 28mm, respectively (Fig.

2, B). The wall of the capsule (Fig. 2, C) is formed of three layers as is the case with that of *R. kenojei* (ISHIYAMA, 1950).

On the basis of these characteristics the capsule should belong to Kenojei-type, but it is much larger and the horns are shorter, which are all specific representations of the capsule.

Habitat : The present species is a deepest representative, inhabiting bathymetric waters of 180—200 fathoms in depth off the Pacific coast of our main island. The fish rather rarely occurs in the landings by the motor trawler.

The males appear to attain maturity when a little over 1000mm in total length, but the females grow larger, attaining about 1300mm. The species may be a spring breeder.

Comparisons and Relationship : The present species was first added to Japanese fauna by Matsubara (1936), and he referred, with some doubts in its identification, to a European species, *Raja oxyrinchus*.

Examination of a considerable number of specimen of the present species including Matsubara's collections from the Pacific coast, coupled with a critical study of the literatures, has led the author to conclude that there are no convincing ground for the recognition of agreement between the present species and the European's, though several resembling forms have been described from both the Pacific of America and the Atlantic coasts. Further, it appears that there is no form maintaining world-wide distribution among the skate within the southern members which inhabiting Japan and adjacent waters.

Five species (*pulchra*, *tengu*, *rhina*, *binoculata* and *oxyrinchus*) come under the author's detailed comparison with this new species. These relatives have some features in common in general physiognomy such as, longer snout, larger size, spination on dorsal surface of disc and of their young form. But, the present new species may readily be distinguished from not only the typical form of *R. oxyrinchus*, but also from those other closely resembling ones at least by having : 1) relatively larger eye and narrower interorbital space; 2) shorter tail, especially in adult, which retains enormous electric organ, so that the tail is soft and flexible when touched, and thickened in its middle portion.

From *R. pulchra* this new species differs in having characters other than two categories aforementioned : 1) color uniformly grey without pectoral ocellus instead of orange brown patterns with dark rings at the base of pectoral, which becomes obscure with age ; 2) the egg-capsule belonging to Kenojei-type inststead of showing peculiar feature (ISHIYAMA, 1950).

R. macrocauda is also clearly distinct from *tengu*, though they may belong to the same group in our skates, in having : 1) the sonut much shorter and blunter instead of sharply acuminate; 2) both interorbital space and tail being, as noted above, instead of the one always longer than the diameter of eye and of tail, much

slender and stout.

From *rhina* the present new species is distinguished at least in having : 1) the interorbital space narrower, which is 4.00 to 5.00 and 4.33 to 5.47 times in snout of males and females respectively, instead of broader in *rhina*, being the ratios, 3.25 to 3.75; 2) the long diameter of eye-ball greater than the interorbital space in young, but somewhat smaller in adult instead of one usually smaller than that of the interorbital space; 3) the grey colored disk instead of dark sienna brown with irregular black blotches and a ring form spot, which are always present in young, but often present in adult of *rhina*.

From *binoculata*, which was also described from the Pacific coast of America, *macrocauda* may be distinguished in having : 1) narrower interorbital space as compared with relatively wider one in *binoculata*, in which the ratio of it against length of snout runs from 2.1 to 3.0 ; 2) the length of disc somewhat greater, the ratios of it against the length of snout varying 2.69 to 3.25 times instead of being 3.80 to 4.60 times in *binoculata*, which has dark olive-brown or drabs, with a large dusky spot at base of the pectoral of young specimens ; 3) the egg-capsule with short horns at four angles but not quadrangular without horn.

R. macrocauda is distinct from *oxyrinchus* in having : 1) the broadly elongated snout instead of long acuminate and sharply pointed at tip; 2) the snout relatively shorter than that of the latter, with the ratio of it against the width of disc, 2.9 to 4.0 times the snout instead of 2.6 to 3.1 times, in the latter; 3) the under surface of disc almost smooth instead of entirely spinulose ; 4) color uniformly grey instead of with or without a few pale oval or circular white spots, which are usualy present in the young.

The author expressed his view on the relations within the rajids which are supposed to have been divided into two main stocks, northern and sorthern forms (ISHIYAMA, 1952). The characteristic features distinguished as specialization or degeneration are largely viewed in their external as well as internal character, among which those of such relations in characteristic of snout and of tail would apparently be recognized as antagonical ones. Namely, as in case of the northern form, the extreme specialization takes parts with their snout, but the significant specialization in its tail would be prevented, retaining more primitive state. Such relations thus antagonizing each other between the specialization of snout and tail would generally be confirmed within those of southern forms as the reversal trend when compared with the case of northern ones.

The strikingly shoter tail with distinguishing features in this new species may supposedly be of aberrant nature and, it may be taken as remarkable specialization as far as the tail is concerned.

Basing some other important characters, such as larger eye and uniform coloration, and spination, on dorsal border of the tail, and number of the precaudal

vertebrae, degree of development in the electric organ, number of turns of the intestinal valves, and features of the egg-capsule, the new species may probably be deep-sea representative among the allied ones, and may have arisen at least from forms dwelling rather less deep. In these respects *tengu* seems to be nearer their congener.

Raja pulchra, on the other hand, may be distinguished as shallower inhabitant, which would have been adapted as the surviver to the niche.

Conclusively, *macrocauda* and *pulchra* may respectively be of deep-sea and of shallow-water representatives, and *tengu* is intermediate in habitat. Furthermore, in its radiation, particularly toward long-snouted forms accompanied by the specialized tail with large electric organ, these skates may be included in a subgeneric series, and beside, world widely distributed skates having such common diagnostic features in both tail and snout may be included in the same stem of the fish referable to the genus *Raja*.

Literatures cited

BARNHART, P. S. : 1936. Marine fishes of Southern California. Calif. Univ. Press, pp. 12—14, figs. 30—34.

CLARK, R. S. : 1922. Rays and Skates (Raiae), No. 1. Egg-capsules and young. Jour., Mar. Biol. Assoc., **12** (2), pp. 578—640, figs. 1—20.

———— : 1926. Rays and skates, a revision of the European species. Fisheries. Scotland, Sci. Invest. I. (Text), pp. 55—57, Fig. 42; II. (Plate), Pls. 34—36.

———— : 1938. Faune ichthyologique de l' Atlantique nord. Nos. 4, 5.

CLEMENS, W. A. & G. V. WILBY: 1949. Fishes of the Pacific coast of Canada. Bull. 68, pp. 61—68, figs. 21—25.

ENGELHARDT, R. : 1913. Tiergeographie der Selachier ; in : Beiträge zur Naturgeschichte Ostasiens (Doflein) : Abh. Bayer. Ak. Wiss., Math—phys. Akt., IV. Suppl.—Bd., 3. Abh.

EVERMAN, B. W. & E. L. GOLDSBOROUGH : 1907. The fishes of Alaska. Bull. Bur., Fish., **26**(624), p. 229.

FANG, P. W. & K. F. WANG : 1932. The elasmobranchiate fishes of Shantung coast. Contr. Biol. Labor., Sci. Soc. China, Zool. Ser. **8** (8), pp. 262—264, fig. 21.

FOWLER, H. W. : 1936. The marine fishes of West Africa, based on the collection of the American Mus. Congo Expedition, 1909—' 15. Bull. U. S. Mus. Nat. Hist. 70, pt. 1, pp. 112—113.

———— : 1941. Contributions to the biology of the Philippine archipelago and adjacent regions. The fishes of the groups *Elasmobranchii*, *Holocephali*, *Isospondyli*, and *Ostariophysi* obtained by the U. S. Bur., Fish. St. "Albatross" in 1907 to 1910, chiefly in the Philippine islands and adjacent seas. Bull. U. S. Nat. Mus., 100, vol. **13**, pp. 354—395.

GARMAN, S. : 1913. The plagiostomia (sharks and rays). Mem. Mus., Comp. Zool. Harvard. Coll. 36, pp. 334, 346—348.

GÜNTHER, A. : 1870. Catalogue of the fishes in the British Mus., 8, p. 469. London.

ISHIYAMA, R. : 1950. Studies on the rays and skates belonging to the Family *Rajidae*, found in Japan adjacent regions (1). Egg-capsules of ten species. Japan. Ich. **1** (1), pp. 30—36, figs. 1—2.

———— : 1952. ———————————— (4). A revision of three genera of Japanese rajids with descriptions of one new genus and four new species mostly occurred in northern Japan. Jour., Shimonoseki Coll. Fish. **2** (1), pp. 1—3, figs. 1—2.

JORDAN, D. S. & B. W. EVERMAN : 1896. The fishes of North and Middle America. Bull., U. S. Nat Mus. 47, pt. 1, pp. 72—73.

————, & H. W. FOWLER : 1903. A Review of the elasmobranchiate fishes of Japan. Proc. U. S. Nat. Mus. **26** (1324), pp. 654—655, fig. 8.

————, & C. L. HUBBS : 1925. Record of fishes obtained by David Starr Jordan in Japan, 1925. Mem. Carnegie Mus., **10** (2), pp. 111—113.

KAMOHARA, T. : 1952. Revised description of the off-shore bottom-fishes of Prov. Tosa, Shikoku, Japan. Rep., Kochi Univ. Nat. Sci. (3), pp. 10—11.

KURODA, N. : 1952. Additions to the fishes of Suruga Bay (9). Zool. Mag. **61** (9), p. 7 (in Japanese).

LIU, F. H. : 1932. The elasmobranchiate fishes of North China. Sci. Rep. Nat. Tsing Hua Univ., ser. B. **1** (5), pp. 34—35, fig. 10.

MATSUBARA, K. : 1936. *Plagiostomia* II. Rays and *Holocephali*. Fanua Nipponica **15** (2), pp. 19—22.(in Japanese).

OKADA, Y. & K. Matsubara : 1938. Keys to the fishes and fish-like animals of Japan. (in Japanese). p. 25. Tokyo.

ROEDEL, P. M. & W. M. E. REPLEY : 1950. California sharks and rays. St. Calif. Dept., Nat. Res. Divi., Fish., Game, Fish. Bull. 75.

SCHMIDT, P. : 1904. Pisces marium orientalium Imperii Rossici. p. 291.

SCHULTZ, L. P. : 1936. Keys to the fishes of Washington, Oregon and colsely adjoinig water. Calif. Univ. Pub. Biol. **2** (4), pp. 113—114, fig. 5.

SOLDATOV, V. K. & G. J. LINDBERGH : 1930. A review of the fishes of the seas of Far East. Bull. Pacific Sci. Fish. Inst., 5, pp. 12—20.

STARKS, E. C. & E. L. MORRIS : 1907. The mari ne fishes of Southern California. Calif. Univ. Pub. Zool. **3** (11), p. 72.

STARKS, E. C. : 1911. Results of an ichthyological survey about the San Juan Islands, Washington. Ann., Carnegie Mus. **7** (2), pp. 164—168, figs. 1—2.

WALFORD, A. L. : 1931. Handbook of common commercial and game fishes off Califorina Calif. Div. Fish & Game, Fish. Bull. 28, p. 37 fig. 15.

———— : 1935. The sharks and rays of California. Ibid., 45, pp.51—53, figs.47—48.

スケトータラに発生した繊維形成肉腫の1例※

西　川　昇　平

A Case of Fibroplastic Sarcoma Developed in *Theragra chalcogramma* (PALLAS).

By
Shiyohei NISHIKAWA

A tumour which grew upon upper part of the caudal of the fish, *Theragra chalcogramma* (PALLAS,), was examined chiefly histologically.

The results obtaind are summarized as follows.

1. A boundary between the tumour tissue and normal one was indistinct. Moreover, the upper part of this tissue having been removed, the transverse section showed a concave form.

2. The tumnur chiefly consists of spindle-like cells which are greatly elongated, almost fibriform, arrenged in a swirl-like manner a mass of round cells which are set in the tumour tissue like studs.

Judging from above characters, this tumour may be called a fibroplastic sarcoma. But the causal genesis of tumour is unknown.

緒　　言

海産魚類の腫瘍については高橋の優れた研究[6~9]があり，特にスケトータラの腫瘍例は従来屢々報告されている。然し魚類に於ける繊維形成肉腫例は比較的少く僅かに数例知られているに過ぎない（保科，1950）。

著者は最近北洋水域で漁獲されたスケトータラに発生せる腫瘍を調べる機会を得たのでこゝにその概要を報告する。

実験材料は1952年8月練習船俊鶻丸でアリューシヤン南方海域，Cape lopatka 東方100哩で調査実施中漁獲され，直ちにホルマリン液浸標本として著者に提供されたものである。魚体の保存状態は幾分不良であつたが病変部の実験には差支へない程度であつた。実験魚は体長51.7cm，体重920g，♀で腫瘍は尾柄背部に明瞭な瘤状膨出部として直ちに判定された。病変部組織の一部をパラフイン切片とし，Ehrlich's acid Haematoxylin-esoin, Heidenhain's Iron Haematoxylin 或は van Gieson 染色等を行い検鏡した。

本研究に当り有益な御助言及び原稿の校閲を賜つた本所教授松井魁博士，又腫瘍組織標本の精査の労をとられた九州歯科大学教授高野義臣博士に深甚の謝意を表する。

なお文献を賜つた河内卯一氏並びに標本を提供された本所鶴田新生，前田弘両氏に謝意を表する。

観　察　結　果

※ 水産講習所研究業績　第116号

1）肉眼的所見

本標本に発生せる腫瘍の大きさは，縦５３mm，横４５mm，高さ２５mmであり，その頂部は縦１５mm，横２３mm，深さ８mmの陥入部がある。此陥入部は保科（１９５２）の報告した河鱒の幹筋に発生せる円形細胞肉腫における空洞形成と同一機転のもので，更に頂部組織の壊死に依り脱落したものと考えられる（Fig. 1）。

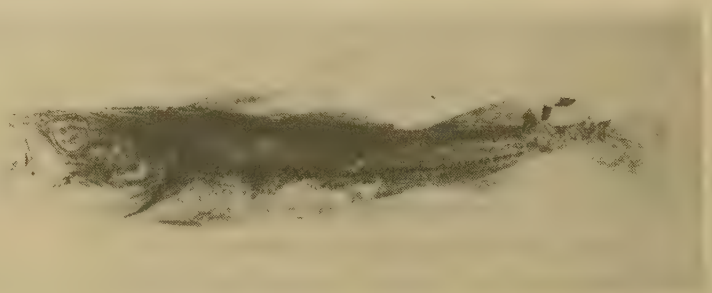


Fig. 1. Showing external view of a tumour which grew upon the fish, *Theragra chalcogramma* (PALLAS).

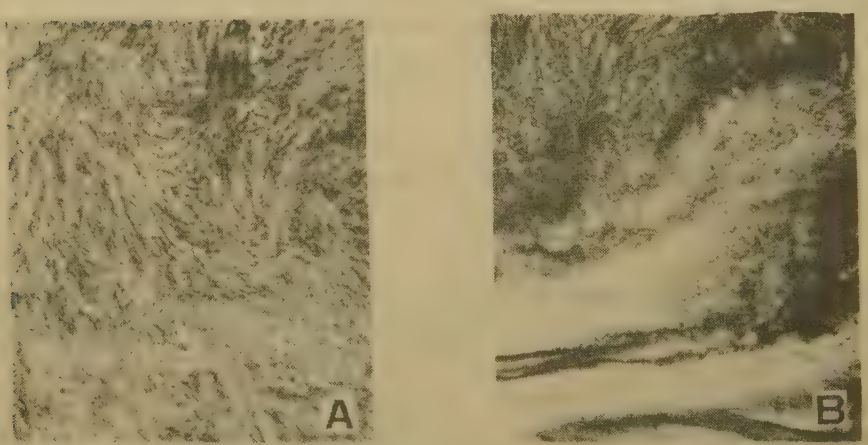


Fig. 2. Showing transverse section of the tumour. A. Showing the spindle-like cells which are differentiated fibriform. X 150.
B. Showing cells multiplied while soked in fluid. X 150.

解剖の結果は中央部の横断面は凹字形，色彩は灰白色で周囲の健康組織との境界は大体において明瞭に区別された。腫瘍組織は脊椎骨附近に発生し，筋肉を圧迫して膨隆している。脊椎骨を観察すると腫瘍が相当大きい為か発生部脊椎骨は背側に湾曲している。

腫瘍組織中には寄生体は発見されず，腹腔内には肝臓を中心として多数の線虫類が寄生するが，腫瘍の各器管への転移形成は認められなかつた。

2）顕微鏡的所見

腫瘍組織の深部は圧平された薄い筋肉組織と脊椎骨の間にあり，其大部分は筋肉組織を圧迫浸潤して増大している。健康組織との境界は上部においては明瞭であるが，深部においては不明瞭である。脊椎骨より上部，特に陥入部周囲においては筋肉組織は殆ど腫瘍組織で置換せられ，既に崩壊の途上にあると考えられる。即ち組織細胞は溶解を起し，染色性は減退し，構造は粗鬆となり，網目状を呈する。然し其他の大部分の組織成分は主として繊維状に分化した紡

錘形細胞と円形又は不整形の細胞より構成されている。前者は渦巻状に配列し，後者は局部的に密集するが共に細胞及び核の形態は不明瞭である。即ち弱拡大においては，それらは比較的明瞭に認められるが，強拡大（油浸）においては甚しく不鮮明になる。両細胞は共に染色質は比較的少く，仁は観察されなかつた。

紡錘形細胞は腫瘍の部位により分化の過程が異る。上部においては分化熟成の度が進み結合組織繊維を産出し，細胞自体は細長い結合組織細胞に分化して繊維化し，繊維と共に結合組織を形成し，細胞間隙は大きくなる。下部特に筋肉組織に接した部分には浸潤性の増殖が認められる。これら浸潤性の細胞は円形又は不整形であるが各細胞間は細い繊維で基質組織と密接に連絡している。

血管の新生は比較的少く，細胞分裂は観察されなかつた。組織中に寄生虫を発見しなかつた。

考察及び結論

以上の事実より本新生組織は筋肉組織周辺に発生し，周囲組織に対し破壊的な浸潤性の発育を営みつつあつたと思われる悪性腫瘍と認められ，基質と腫瘍細胞との混合が密接である点より非上皮性の腫瘍と考えられる。然しこ其腫瘍細胞は繊維芽細胞様であり，其多くは繊維状に分化している事及び腫瘍組織中に血管の新生が比較的少い事等の点より，本腫瘍を繊維形成肉腫と査定し得ると思われる。

本腫瘍は筋膜，腱組織等の結合組織性のものに発生し，筋肉組織を浸潤しつつ発育したものと考えられるが，頂部は新生組織のみより成り且つ崩壊が行われる処より老成期の腫瘍と推察されるが，本腫瘍の発生原因，発生母組織等は不明である。

摘　要

1．スケトータラの尾柄上部に発生した腫瘍を主として組織学的に検査した。

2．腫瘍組織と健康組織との境界は不明瞭であり，其横断面は頂部組織脱落の為，凹字形を示す。

3．腫瘍組織は各種の形態を示す細胞と繊維状組織より構成される。

4．細胞の形態は主として紡錘形細胞と円形細胞より成るが，其形態は不明確である。紡錘形細胞は繊維状に分化して渦巻状に配列し，円形細胞は局在的に密集する。

5．以上の事実より本腫瘍を繊維形成肉腫と査定した。然しその発生原因は不明である。

参考文献

1）保科利一：1950．ワカサギに発生せる繊維形成性肉腫の1例，魚雑，**1**（1），53～56.

2）————：1952．魚類の腫瘍4例に就いて，魚雑 **2**（2）．81～88.

3）小室英夫：1936．胃壁肉腫の細胞学的攷察，大阪回生病院臨床集報，**18**（3），24～31.

4）————：1937．肉腫細胞の細胞学的性状，日本病理学会誌，**27**，3～6．

5）ERMIN, R.：1952. Fungus Associate with a Granuloma in a Turkish Fish, Aphonius chanteri Gaillard. Zoologica. 37, 43～54.

6）高橋敬三：1925．魚類腫瘍の研究，癌，**19**（2），1～47.

7）————：1929．魚類腫瘍の研究（続報），動雑，**41**，（490～491），374～376.

8）————：1929. Studie über Fischgeshwulste, Zeitschr. f. Krebsforsch., xx1x. 1～73.

9) ――――：1932. 邦産魚類腫瘍に就いて. 動雑. 44 (530). 480～485.

サザエ *Turbo cornatus* SOLANDER の成長並びに棘の消長に就いて※

網尾勝

On Growth and Development of Spines of the Top Shell, *Turbo cornatus* SOLANDER.

By
Masaru AMIO

Maturity, growth and development of spines of the top shells found along the coast of Yoshimi, Yamaguchi prefecture have been studied with the following.

Relation between shell height (H) and its width (D) is expressed by a formula $D=0.85786H-0.02508$; on the other hand, a formula $W=0.0002192H^{2.848}$ describes relation between shell height (H) and body weight (W).

Mollusk matures when its shell height attains 40~50mm. The gonads are filled from latter part of May to early August, but reduced almost in winter. Ova, 0.22~0.23mm in diameter, are covered with thick gelatinous layer ; they disperse and sink to the bottom when liberated. A resting zone appears on the shell of 90% of the gastropod when the shell height is over 55mm. This zone is formed during a period from April to August, occurring earlier in smaller individuals but later in larger ones. Growth of the shell takes place from later May to the end of next February, growth rate being about 50% in immature ones but about 22% in mature ones.

The first of spines makes its appearance mostly in samples with their shell height 30~35mm, and it is almost invariably present in those with their height 50mm. Specimens obtained from Yoshimi stand almost in middle between those found on Inland Sea coast and on Japan-Sea coast as regards percentage of those with the spine viz., about 64%. In specimens collected around Yoshimi, female is likely to have spines whereas male tends to be spineless. The spines of top shells mainly serve to keep the shells from rolling and falling off, a device for continuing their life against physical factors of environment.

緒　　言

サザエは古くより沿岸漁獲物中，アワビと共に一般に親しまれている重要巻貝類の一つに数えられている。此の貝に就いては，殻表上に出現する棘が特に注意を惹く為か，従来よりそれの有無並びに生成の要因に就いて幾多の研究論議がなされている。然し乍ら自然状態に於ける発育段階並びに時季の推移に伴う殻表上の諸変化については，報告されていない点が多いので

※ 水産講習所究研業績　第117号

本研究を試み，略年間を通じて観察調査した若干の知見を報告する。

本文を草するに当り，直接御懇篤なる御指導並びに御校閲を賜り，且多大の御便宜を与えられた当所吉田裕博士に深甚の謝意を捧げる。又有益な御助言並びに標本蒐集に当つて，御支援を仰いだ片田実助教授に対し，篤く御礼申上げる。

資料及び方法

供試材料は，昭和２８年４月から翌２９年５月に亘り，長門南部の瀬戸内海に近接する山口県吉見附近の海岸岩礁地帯を中心に，自ら潜水し或は干潮時に採集したもの及びこの附近沖合約３浬に位置する蓋井島並びに千葉県小湊，三重県宿田曾産の一部を含む総計１１６９個体である。

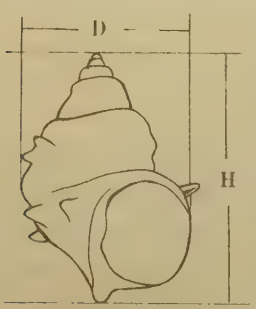


Fig. 1. Method of measurement of top shell.
H....shell height.
D....shell width.

更に上述の材料の１部を水槽内で飼育観察を行い，赤青の着色ラッカーを殻表に塗布して採集地附近に標識放養を行つて殻の成長状況を測定した。又一部分は生時殻を破壊又は１０％フォルマリン液で固定後，内肉の調査に当てた。殻高，殻巾の測定部位は第１図の通りで，重量測定には採捕後１～２時間内に鰓を閉ぢたまゝよく水分を除き，殻表上の附着物を除去して上皿天秤（感度０．１g）で測つた（第１表）。

Table 1. Showing the samples according to the shell height.

Shell height(mm) \ Date	1953 Apr. 14.15.17	1954 May * 3.5.16.24	1953 July 12.21.25	〃 Aug. 9	〃 Oct. 8	〃 Dec. 10.15	1954 Jan. ** 17.18	〃 Feb. ** 20.23.28	〃 Mar. 3.6
0～ 5		16						3	
5～10		85						1	1
10～15	1	29			1			0	1
15～20	1	2			4	2		1	2
20～25	19	5		1	3	2		2	7
25～30	20	8	5	4	0	2		4	24
30～35	9	13	15	7	1	0		9	14
35～40	2	15	28	15	4	1	1	8	29
40～45	3	22	50	14	18	5	4	3	13
45～50	1	27	56	18	22	17	3	9	13
50～55	0	13	61	12	17	19	12	10	10
55～60	1	9	41	12	9	1	20	21	11
60～65		2	16	3	1	4	6	18	1
65～70			7	2	0	1	8	22	0
70～75					1	0	6	11	0
75～80						1	2	2	1
80～85							3	2	
85～90							1		
Total	57	246	279	88	81	55	66	125	127

* in 1953
** Other materials were sampled from Kominato, Chiba prefecture 25 individuals in Jan. and Shukutaso, Mie prefecture 20 individuals in Feb.

結果並びに考察

1．殻高殻巾及び重量の関係

サヾエの殻の成長は，殻軸を中心にした右螺旋方向に，外唇縁の伸長によつて行われる。この際成長に伴い殻頂部は溶解或いは機械的磨滅による損蝕を蒙るが，正常個体では螺層数は略一定し6～7殻階に止つている。そこで，６１７個体を選んで殻高（Hmm）２.６～７８.４mm迄のものにつき殻巾（Dmm）と共に測定した結果は第２表第２図の通りで，最小自乗法で求めると D=0.85786H−0.02508の直線式で表わされる。即ちこの範囲内の大きさでは殻高と殻巾は略一定の関係で増大しており，大植（１９３４）[10] がカツニナで注意している様に，

Teble 2. Showing the distribution of individuals to the shell height (H) and the shell width (D).

H (mm) \ D	0～5	5～10	10～15	15～20	20～25	25～30	30～35	35～40	40～45	45～50	50～55	55～60	60～65
0～ 5	11												
5～10	4	44											
10～15		6	4										
15～20			5	3									
20～25				7	17								
25～30					25	5							
30～35						25	3						
35～40						2	39	1					
40～45							11	79	3				
45～50								36	89				
50～55								51	61				
55～60									31	29			
60～65									2	16	5		
65～70										3	4	2	
70～75												2	
75～80												1	

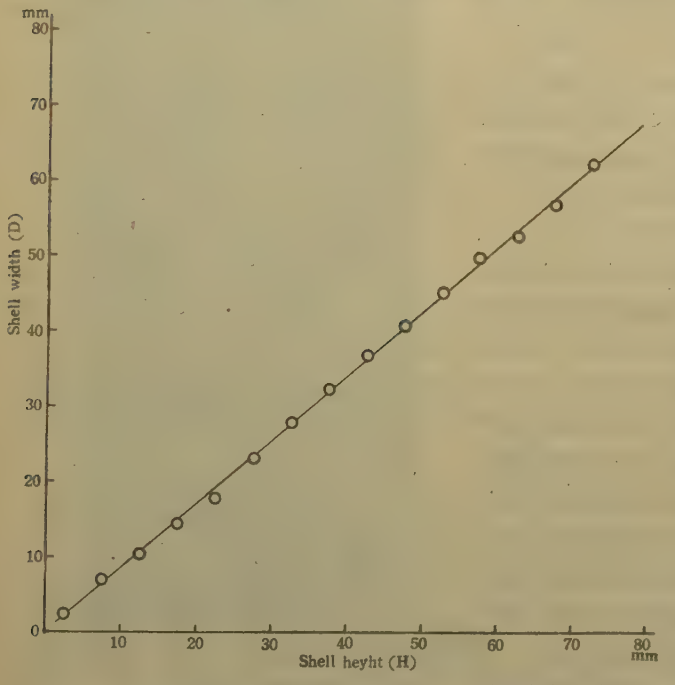


Fig. 2. Showing the shell height in relation to the thell width.

成長と損蝕両効果の平衡状態を示していると考える。次に体重W(g)と殻高 H(mm)との関係は （第３図） $W=0.0002192H^{2.848}$ で略満足される。然し乍ら高木（１９３３）[12] が殻重のみ２５個体の測定で，殻高４０mm前後から急激な殻の増重を認めている程には，顕著な変曲点が見られない。以上の違いは水分内肉を含んだ場合とで幾分差異があるものと考える。

２．生殖巣の熟度の観察

生殖素は雌では深緑乃至緑褐色，雄では乳白色又は橙色を呈し，螺旋状に存在する肝臓上に拡がつている。極く未熟の卵巣卵では卵黄は少なく核が明らかに認められるが，熟度が進むと多角形状に密に納まつていて核は見えず，完熟卵では略球形を

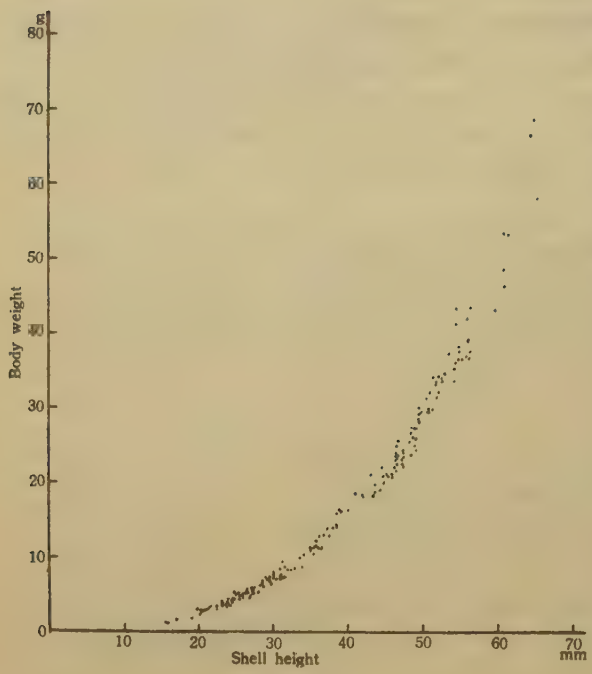


Fig. 3. Relation between the body weight and the shell height.

呈している。ガラス水槽中で親貝から産出された直後の卵では，その1番外側が寒天様物質で取り囲まれ，これは直ちに膨張を続けて0.5～0.6mmの厚さになる。この寒天質の中には更に球形で直径0.22～0.23mmをもつ卵がある。寒天質に包まれて互に凝集した卵は底に沈み，多少の粘着性をもつてはいるが僅かな水の攪動により個々に分散する。この事実は従来一般に褐藻上に半円形の卵嚢を生むとされていたことゝ大変に違い，猪野（1952）[3]が鮑で，浅野（1939）[1]が高瀬貝で夫々観察した卵の性質に似ているが，これらよりも多少寒天質層が厚く，又LEBOUR（1937）[7]が*Caliostoma*で報告している卵塊程には粘着性はなく，略両者の中間的性質を具備している。

雄の生殖素は未熟な中は海水中に取り出しても容易に溶解せず精虫も全く動かない。然し熟度が進むにつれて比較的よく溶解し乳液状となる。これを検鏡すると多数の精虫は最初頭部及び中片が凝集したまゝ尾部を時々動かしているが，やがて個々に分離して廻転運動を始める様になる。

更に熟したものでは海水に浸すと直ちに蛇行或いは直線的に活動する。この状態の精虫は長さ2μの円錐形の頭部を持ち，中片は長さ5.5μ巾2μの円筒状でこれに約60μの細長い尾部が観察される。

殻高35mm内外でも時々成熟個体が見受けられたが，1953年の観察では40～50mm位のものは夏季には殆んどが成熟していたからこの大きさで成熟するものと思われる。産卵期についても，秋冬[9]或いは初夏[11]とするもの等異論が多いが，吉見産の40mm以上の個体について生殖腺発達の状態を示すと，第4図の通りである。成熟未熟の区別は便宜上，雌雄共胃盲嚢直後の円形断面に於て，生殖巣の最厚部の厚さが半径の½以上に亘つて肝臓上を占めているものを成熟とし，½以下を未熟とし，これに併せて顕微鏡的観察による卵黄の多少，核の鮮明度，精虫の水中活動状態等も観察したが，以上の肉眼的観察と検鏡の結果は大略一致していた。4，6，9，11の各月の調査が缺けてはいるが，冬季12，1，2月には生殖素が少く，夏季5～8月頃には発達が著しい。故に主として夏季に産卵する

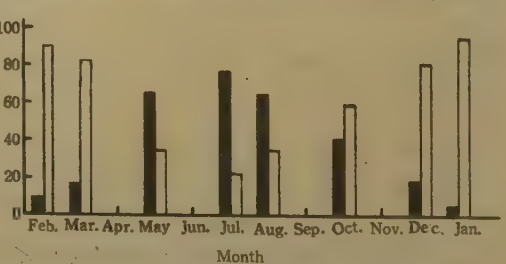


Fig. 4. Seasonal change of gonad.
■...mature □...immature.

と考えられるが，多量の生殖素が可成り長期間に亘つて存在するので，その産卵は多回に亘るものではなかろうか。尚この産卵時期は餌料海藻が凋渇する時季にも当つている為か，冬季よりも胃内には比較的少量の食餌しか見られなかつた。

3．成　長

イ．成長休止帯

貝殻の成長休止帯は種々の貝の諸部分に現われる。諫早（1933）[5] はホタテガイで，KUBO等（1953）[6] はバイの蓋で，夫々この出現に着目している。サヾエの殻表には，腹足類の一種キクスヾメ（*Amalthia conica*）の他，石灰藻類，コケムシ類やカンザシゴカイ類の石灰質の棲息管及びフヂツボ類等，種々の寄生附着物があり，汚蝕された部分も多いが，成長が順調に行われている外唇縁辺部には殻表上に刻まれる被鱗状の成長脈が鮮明に認められ，魚鱗の成長条線（circulii）の並列に似た粗密がある。筆者はこの密部を成長休止帯と見做した。然し，この休止帯は不自然な障害破壊による傷痕とはその形状や色彩によつて区別出来る。又成長停止の様子は，キクスヾメの附着していた痕がこの帯に沿つて残り，キクスヾメは摂餌上こゝを出発点として漸次前方外唇縁辺に向う移動の跡が見られたり，カンザシゴカイ類の棲管がこの附近迄は密集しているものが多く，殻の汚色によつても推察される。更に注目されるのは，休止帯以前の部分では，棘の伸長が漸次抑制されてきていて次第に短小になり，同時に棘の間隔も縮小され，或いは全く伸長が止つて無棘の状態になつているが，休止帯以後では急に棘の生成が顕著になつていて，時には3～4列に亘つて棘の出現が見られることである。以上の傾向は棘の長大な個体並びに殻高が小さい個体では比較的不明瞭で，棘が短小のもの程明瞭な休止帯の存在が認められる（第5図）。この休止帯の明瞭な個体と不明瞭な個体を区別し，大きさ並びに肉眼的に判別した雌雄に従つて個体数を調査したところでは（第3表），雌雄を総合した場合（第6図）殻高 45mm 位迄は不明瞭個体が多く，50mm附近以上から明瞭な個体が勝れ，55mm以上では90％以上を示した。性別不明の個体では休止帯も不明瞭で，40mm附近以下では明瞭な個体は少ない。個々に就いて，最初の明瞭な休止帯を形成した時迄の殻高（殻の成長様式から休止帯が未だ軸脣部に存在する場合はこゝから螺頂迄を，又螺層部に覆われた場合はその箇所の殻巾を測り第2図から殻高を求めた）を測つた場合（m）と，殻高（第1図の通り）を測つた場合（h）との頻度分布を比較した。mの場合に於ける♀♂の分散をF—分布を用いて検定し自由度$n_1=168$，$n_2=$

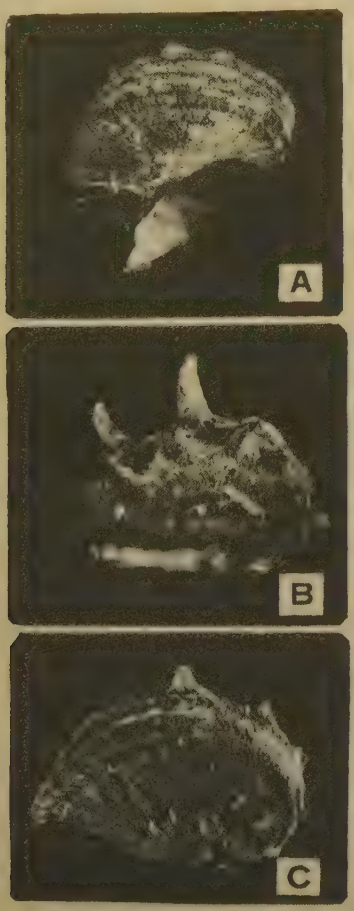


Fig. 5. Showing the various resting zone.
A...distinct resting zone.
B...indistinct resting zone.
c...the resting zone being formed one the outer lip of shell.

Table 3. Distribution of shell-height-frequency to the resting zone appearing on the shell.

shell height (mm)	Resting zone							Total
	Distnct				Indistinct		Indistnct	
	♀		♂		♀	♂	?	
	m	h	m	h	h	h	h	h
30～35	4	2	6	1	2	2	51	58
35～40	17	4	17	2	10	15	31	61
40～45	32	13	33	17	27	30	10	97
45～50	40	30	31	36	29	38	4	137
50～55	39	41	28	36	18	25	0	120
55～60	26	42	27	32	2	7	0	83
60～65	9	13	13	10	3	4	0	30
65～70	2	15	4	13	0	1	0	29
70～75	0	4	1	9	2	0	0	15
75～80	0	1	0	4	0	0	0	5
80～85	0	4	0	0	0	0	0	4
Total	169	169	160	160	93	122	96	640
Mean (mm)	48.92 ± 7.34	55.60 ± 8.87	48.28 ± 8.51	54.59 ± 9.10				

h.... shell height
m.... measured shell height from the top of shell to the 1st distinct resting zone.

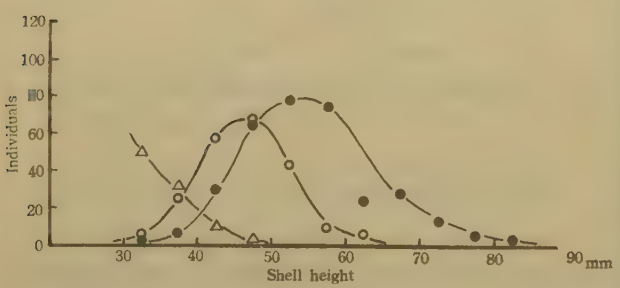


Fig. 6. Showing the resting zone in relation to the shell height.
●...distinct♀, ♂; ○...indistinct♀, ♂; △...indistinct

159，F_0＝1.35，有意水準0.05で両者に有意差が認められる。且つ♀及び♂の標本分散σ^2は夫々53.88，78.59であり♀は♂より比較的纏つた範囲の大きさで明瞭な休止帯が形成される。又♀♂夫々のm，hの場合も同様な方法に於いて，♀の場合$n_1=n_2=168$，$F_0=1.46$，♂の場合 $n_1=n_2=159$，$F_0=1.14$となり，有意水準0.05を取れば♀ではm，h間に有意差が認められるが♂ではこれが認め難くhの場合のσ^2は♀及び♂で夫々72.40，82.71であり，♀は♂より明瞭な休止帯形成後の成長にむらが多いものと推察される。以上の点から休止帯が明瞭な50mm附近以上の成熟個体の場合は産卵も休止帯形成の一要因と思われる。

更に外唇縁に休止帯の形成される時期について観察した結果では，（第4表）その傾向から

Table 4. Number of individuals forming the resting zone on the outer lip of shell.

Resting zone	Date					
	May 24	Jul. 12	Aug. 9	Oct. 8	Feb. 23	Mar. 3
Forming (%)	23 (67.6)	74 (50.2)	21 (37.5)	0 (0)	12 (11.2)	4 (13.3)
Formed (%)	11 (32.4)	67 (49.8)	35 (62.5)	30 (100)	95 (88.7)	26 (86.7)

形成中の個体は4～8月に亘つて多いものと見られこの原因については成長度の項で述べる。

ロ．成　長　度

成長休止帯に着目し，魚鱗について取扱われている場合と同様の方法で，364個体の休止帯以後の殻の伸びを測定し，又採集地附近に標識放養した57個の中，再捕した23個体につ

き成長度を調査した。(第5表,第7図) 両者の成長傾向は略一致し，殻高４０mm以下，４０～６０mm，及び６０mm以上に分けた小中大の三形では可成りの差異があり，成熟寸前と考

Table 5. Showing the growth rate observed monthly and period of marked liberation in fishing ground.

Shell height (mm)	Item	Catch date						
		May 24	July 12	Aug. 9	Oct. 8	Jan. 18	Feb. 28	Total
40>	Individuals	2	5	6	7	16	7	48
Mean (36.4)	$\frac{H-Ht}{Ht}$ (Mean value)	1.3	7.8	9.2	23.1	44.2	49.5	
40—60	Individuals	36	116	39	23	31	40	285
Mean (49.8)	$\frac{H-Ht}{Ht}$ (Mean value)	2.4	3.8	5.5	13.5	19.4	21.4	
60<	Individuals		14	4		17		35
Mean (64.9) (63.0)*	$\frac{H-Ht}{Ht}$ (Mean value)		2.3	2.1		12.2 24.5*		
Toatal		38	135	49	30	64	47	364

Liberation period			Total
Oct. 8～Dec. 10	Oct. 8～Mar. 3	Dec. 15～Mar. 3	
9 (45～33 Mean 38.0)	3 (43～33 Mean 39.0)	2 (35～25 Mean 30.0)	14
21.4	32.3	12.5	
		9 (53—43 Mean 46.8)	9
		9.6	
9	3	11	23

H... shell height when they were captured
Ht.. shell height from spiral top to resting zone and marked
* at Kominato

えられる４０mm以下の群は，成熟並びに老成群と考えられる４０～６０mm及び６０mm以上の各群よりも，２～３倍以上の成長を示している。全体的に秋季の成長が良好で，小形の未成熟群では水温低下時の成長遅滞が見られ，又成熟群では夏季の産卵及び海藻涸渇期に当る餌料貧困の影響による成長遅滞が夫々目立ち，先の休止帯形成時期の調査の範囲内で小形は早期に大形は遅れた時期に形成される傾向が認められた。成熟した後は殻高の増大率は低下するが，殻の厚さを増すと考えられ，高木（１９３３）[12] の結果も肯かれる。

吉見近海産と同様に測定した小湊産２５個の結果では小湊産は吉見産より成長が良好で，小

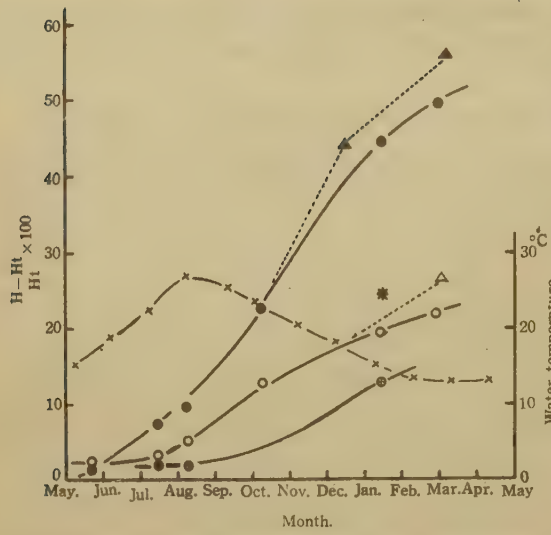


Fig. 7. Showing the growth rate and the water temperature.
●...40mm, ○...40—60mm, ⊕...60mm,
×...water temp.
▲...marked individuals 40mm
△... 〃 〃 40—60mm *...samples at Kominato

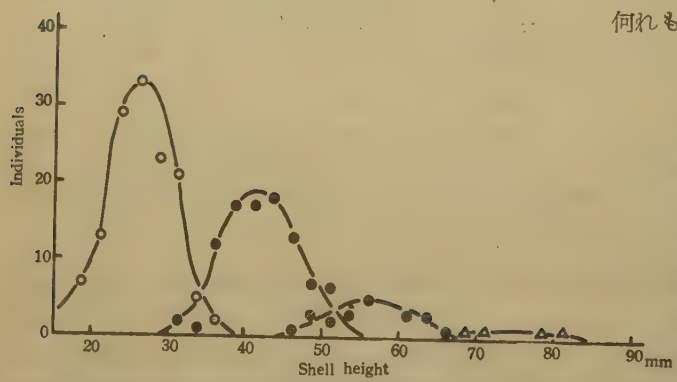


Fig. 8. Frequency distribution of individuals in each group.
○...1st resting zone, ●...2nd resting zone, ⊕...3rd resting zone, △...4th resting zone.

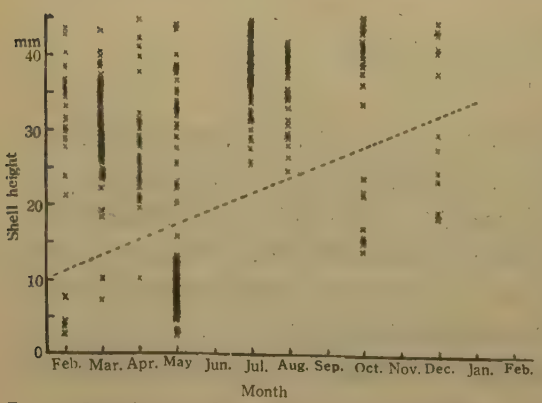


Fig. 9. Distribution of shell height of young stage.

湊産の個体の成長休止帯の指摘が困難であることを裏書している。然し猪野，亀高（1943）[2]の自然放養結果で，8月から2月迄の成長に近似した値である。吉見産で休止帯が比較的明瞭に指摘出来た133個体につき，数個ある各休止帯迄の殻高測定を行つた結果，（第8図）第1番目（之を h_1 群とし以下 h_2，h_3，h_4 群とする）の休止帯形成時の殻高分布の中心は25mm前後であり，次の h_2 群は45mm前後，h_3 群は56mm附近となり，h_4 群だけは75mm附近と見られるが不明瞭である。上述の種々の関係から休止帯は年に1回出来ると考えると，各分布の中心は，夫々年群と見てよいであろうが，上記の通りこれ等は何れも成長劣悪と見られる個体に属するのだから，休止帯不明瞭な個体の混る自然状態では，年群の大きさの中心が更に大きい方にあると考えるのが妥当であろう。小形の未熟貝が大形貝より多少早い時期で，短期間しか成長が低下しない事も考慮する必要があろう。

45mm以下の群について，各月に潮間帯附近で採集した個体の大きさを示すと第1表，第9図の通りで標識放養の成長結果と比較し殻高分布の差も考慮して，点線を境にした上下の二群が分けられ，6～7月の産卵期頃には後に下群が10mm附近，上群が30mm前達するものと見られる。この10mm附近即ち下群の殻軸繃帯部（fasciole）は淡橙色を呈していて，棲息場所の相異（之等は殆んど潮間帯附近のイソギンチヤクの根もと，ヒザキ，ウミトラノオ等の根元から採集した）等からもよく上群個

体と識別出来，5月中旬に採集された最小個体は2．6mmであつた。第10図に示す様にサヾエの稚小なものは，大形貝には存在しない臍孔が明らかで且つ螺頂が著しく偏平である。殻も大形のものが凸レンズ状で隆起した渦巻と多数の明らかな歯状突起を具えるに反し，稚小な貝ではこれが殆ど偏平な円盤状であり中央に孔状の凹みがある。又黄灰色の螺頂部に続いて赤褐色の比較的等間隔に出現する斑紋が殻巾0．8mm頃から始まり，臍孔は殻高5mm附近以上では殆ど閉ぢている。横肋は大きい二条が認められ角張つた肩部となり斑紋のない灰白色部が幾分隆起しているので歯車状となつている。

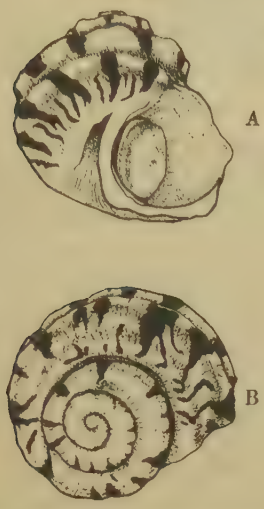


Fig. 10. Showing the young shell. (S.H....2.6mm)
A... ventro-lateral view
B... apical view

以上の様にこの下群は生後満一年目位と考える事が出来るので，第8図の成長の傾向から満3年目頃に成熟期に達するものと推測し得る。

4．棘の出現及び雌雄の関係

サヾエの幼貝は無棘で成長に伴つて有棘個体を生ずる。従来サヾエの棘の有無に就いては種々の論議がなされているが大きさを無視した棘の出現率の比較はその価値を低くめる恐れがあると考え，棘が出現し始める時の殻高を調査した（第6表）。吉見附近産では小は殻高10mm位から

Table 6. Shell frequency at the beginning of the formation of 1st spine in each locality.

Shell width *(height)	Locality					
	Yoshimi		Kominato		Shukutaso	
	No. of individuals	%	No. of individuals	%	No. of individuals	%
10～ (12.0～)	1	0.5				
15～ (17.5～)	5	2.5			1	5.0
20～ (13.5～)	14	7.0			2	10.0
25～ (29.0～)	56	27.8	2	9.0	3	15.0
30～ (35.0～)	53	26.4	4	18.2	6	30.0
35～ (41.0～)	38	18.9	10	45.5	5	25.0
40～ (46.5～)	22	10.9	5	22.8	3	15.0
45～ (52.5～)	6	3.0	1	4.5		
50～ (58.8～)	5	2.5				
55～ (64.0～)	1	0.5				
Total	201	100	22	100	20	100

* Value calculated from Fig. 2.

大は70mm位に亘るものゝ特に30～35mm附近から棘が現れ始める個体が圧倒的に多い。これは成長度の項で述べた様に成熟前の成長が良好な時代に相当し，且成長の状態から推して

11) 日本動物図鑑：1953. 北隆館，東京.
12) 高木　仟：1933. 島根県産サザエ Turbo (Batillus) cornatus Solander の殻の測定. Venus, **4** (3), 181～183.
13) 山田正興：1944. 鳥羽産及加太産サザエ Turbo cornatus Solander の棘に就いて. 動物学雑誌, **56** (11), 5～10.
14) 吉田　裕：1953. 浅海産有用二枚貝の稚仔の研究. 水産講習所報告, **3** (4), 1～105.

ドジョウの形態学的研究

第1報　雌雄に依る形態的差異に就いて※

久保田善二郎・松　井　　魁

Morphological Studies on the Loach, *Misgurnus anguillicaudatus*(CANTOR)

1. On Morphological Difference Closely Related to Sex Determination.

By

Zenziro KUBOTA and Isao MATSUI

The studies on morphological difference closely related to sex determination of the loach, *Misgurnus anguillicaudatus*, have been carried out by several workers.

HAYASHI (1901, 1903) found that in adult male, but not in female, there appear integumentary swellings on both sides of body just posterior to dorsal fins along body axis, during breeding season. OKAMOTO (1921) also made a study of them histologically. H. RENDAHL (1933) named a plate "lamina circularis", which is located at base of dorsal portion of second pectoral fin ray in adult male. V. D. VLADYKOV(1935) asserted that shape and existence of this plate are characteristics of the family of the loach. MATSUI (1934), one of the present authors, found that body of male is higher than that of female and cranium of female is longer than that of male. IKEDA (1935) put on record that pearl organs develop on first and second rays of pectoral fin of male during breeding season. UCHIDA(1939) remarked that dorsal, ventral and anal fins in male are longer than those of female. KUBOTA (1947), one of the present authors, pointed out that there is a spot on each side of anus after spawning, and TSUKAHARA (1948) described in details that the spots are given rise to by copulation. He found also that in adult male there are integumentary swellings on both sides of body just anterior to dorsal fins along body axis during breeding season and some dots of blood on abdomen after spawning. KOBAYASHI (1951) reported that length of caudal fin, proximal parts of first second fin-rays of pectoral fin, clavicula, coracoidea, scapula and posterior clavicula are larger in male than in female and that male sex characters in the loach develop under influence of testicular hormone, whereas female characters are independent of hormonic influence as shown by his experiments on gonadectomy of the loach.

In addition to the sex differences mentioned above, the following results were obtained : —

1) Dorsal fin of female is located more backward than that of male.

※ 水産講習所研究業績　第118号

2) Bases of dorsal and anal fins of male are longer than those of female.

3) Caudal peduncle of male is higher than that of female.

4) Barbels of male are longer than those of female.

5) Gape of female is larger than that of male, and lip of female is more roundish than that of male.

6) Snout of male is longer than that of female, and it is more acute in male than in female.

Straight line fits well when observed values of several bodily parts are plotted against body length as shown in Fig. 1. It is to be seen that one straight line covers whole span of life in female whereas a deviation from the initial one is evident in male. The deviation occurs when influence of testicular hormone sets in, as already reported by KOBAYASHI.

緒　　言

ドジョウの雌雄の識別に関しては，林(1901)[1]，(1903)[2]，岡本(1921)[7][8]，H. RENDAHL (1933)[9]，松井(1934)[6]，V. D. VLADYKOV (1935)[12]，池田(1936)[3]，内田(1939)[11]，塚原(1948)[10]，小林(1951)[4] 等の諸研究がある。ドジョウの形態は別報[5] に示す如く，地理的に変異が大きいが，筆者等は先づ同一場所から採集した多数の標本に於ける雌雄を生物統計学的に処理することによつて外部形態に於ける性的差異を追求した結果を基準とし，之を他の地方からの標本に就いて比較検討を試みた。材料の採集及び測定に助力下された朝長司，宮原邦光の両氏に対し深謝する。

材料及び方法

材料は1952年7月28日より1953年7月9日に亘り下関市吉見町永田川下流の水系でドジョウを採捕し，10%ホルマリン溶液に固定した251尾の中より，体長 8cm 以上の雌魚52尾，雄魚44尾（口鬚長の測定には雌魚39尾，雄魚31尾，口裂長は雌魚16尾，雄魚22尾）を選んで供試した。

魚体の測定部位は全長 (TL)，頭長 (HL)，吻長 (S)，上顎の第三口鬚長 (BL)，口裂の長さ (GL)，体高 (BH)，体巾 (BW)，吻端より背鰭，胸鰭，腹鰭，臀鰭の各鰭前端基部迄の距離（夫々DF, PF, VF, AFにて表す，以下同様），吻端より肛門迄の距離 (A)，背鰭の長さ (DL)，胸鰭の長さ (PL)，腹鰭の長さ (VL)，臀鰭の長さ (AL)，背鰭基底長 (DB)，臀鰭基底長 (AB)，尾柄高 (CP)，胸鰭後端，体側の鱗の長さ (SL) で，之等各部分長を体長に対する百分率で比較したが，吻長は頭長に，口裂長は吻長に対する値を夫々同様にして求めた。雌雄差の認め得る限界は次式により規定した。$4\sqrt{(p\varepsilon_{♀})^2+(p\varepsilon_{♂})^2} \geq |M_{♀}-M_{♂}|$，但し $p\varepsilon$ は標準誤差，Mは平均値である。

結　　果

外形上明らかに性的差異が認められたのは1) 背鰭，2) 胸鰭，3) 腹鰭，4) 臀鰭，5) 尾鰭の各長さ，6) 背鰭の位置，7) 背鰭基底長，8) 臀鰭基底長，9) 尾柄高，10) 口鬚長，11) 口裂長で，これ等の特性の中従来の知見に対して本研究によつて新しく加えられた第二次

性徴は6), 7), 8), 9), 10), 11) である（第1表）。

Table 1. Results of measurement and reliability of morphological characterlistics by sexes.

Items	Male			Female			Reliability		
	Mean value	Standard deviation	Varient coefficient	Mean value	Standard deviation	Varient coefficient	$M_{♂} \sim M_{♀}$	$\sqrt{(♂p\varepsilon)^2+(♀p\varepsilon)^2}$	$\frac{M_{♂} \sim M_{♀}}{\sqrt{(♂p\varepsilon)^2+(♀p\varepsilon)^2}}$
Length of total (TL/L) × 100	115.568±0.161	1.587±0.114	1.373±0.098	114.596±0.138	1.469±0.097	1.282±0.085	0.972	0.212	4.58
Length of head (HL/L) × 100	16.205±0.090	0.884±0.064	5.455±0.392	16.279±0.103	1.094±0.072	6.720±0.444	0.074	0.137	0.54
Length of snout (S/H) × 100	39.955±0.368	3.619±0.260	9.058±0.652	39.423±0.355	3.794±0.251	9.624±0.637	0.532	0.162	3.28
Length of barbel(BL/H) × 100	6.806±0.087	0.721±0.062	10.594±0.917	5.379±0.066	0.612±0.047	11.378±0.881	1.427	0.109	13.09
Length of gape (GL/S) × 100	42.090±1.287	8.954±0.911	21.273±2.258	50.113±1.174	6.962±0.829	13.894±1.688	8.023	1.742	4.61
Height of body (BH/L) × 100	14.728±0.117	1.147±0.082	7.788±0.560	14.519±0.119	1.274±0.084	8.775±0.580	0.209	0.167	1.25
Width of body (BW/L) × 100	10.625±0.096	0.948±0.068	8.922±0.641	11.173±0.107	1.141±0.075	10.212±0.682	0.548	0.144	3.81
Position of dorsal fin (DF/L) × 100	55.989±0.146	1.431±0.103	2.555±0.183	57.048±0.163	1.746±0.115	3.061±0.202	1.059	0.219	4.84
Position of pectoral fin (PF/L) × 100	16.909±0.102	0.998±0.072	5.902±0.424	16.375±0.092	0.989±0.177	6.040±0.399	0.534	0.137	3.90
Position of ventral fin (VF/L) × 100	59.637±0.174	1.710±0.123	2.867±0.206	59.788±0.203	2.167±0.143	3.624±0.239	0.151	0.267	0.57
Position of anal fin (AF/L) × 100	73.909±0.188	1.850±0.133	2.503±0.180	74.616±0.153	1.635±0.108	2.191±0.145	0.707	0.242	2.92
Position of anus (A/L) × 100	70.784±0.204	2.000±0.144	2.825±0.203	71.125±0.200	2.138±0.141	3.006±0.199	0.341	0.286	1.19
Length of dorsal fin (DL/L) × 100	10.387±0.089	0.881±0.063	8.482±0.610	9.116±0.084	0.900±0.060	9.873±0.653	1.271	0.122	10.42
Length of pectoral fin (PL/L) × 100	16.284±0.125	1.235±0.089	7.584±0.545	10.702±0.078	0.827±0.055	7.728±0.511	5.582	0.147	37.97
Length of ventral fin (VL/L) × 100	9.466±0.096	0.940±0.068	9.930±0.714	7.673±0.050	0.531±0.035	6.920±0.458	1.793	0.108	16.60
Length of anal fin (AL/L) × 100	9.534±0.083	0.813±0.058	8.527±0.613	8.250±0.074	0.784±0.052	9.503±0.629	1.284	0.111	11.57
Length of base of dorsal fin (DB/L) × 100	8.557±0.085	0.833±0.060	9.735±0.700	8.058±0.071	0.754±0.050	9.357±0.619	0.499	0.110	4.54
Length of base of anal fin(AB/L) × 100	8.387±0.079	0.785±0.056	9.360±0.673	7.587±0.054	0.576±0.038	7.592±0.502	0.800	0.095	8.42
Height of caudal peduncle (CP/L) × 100	11.262±0.111	1.094±0.079	9.714±0.698	10.577±0.071	0.764±0.051	7.223±0.478	0.685	0.132	5.19
Length of scale (SL/L) × 100	0.696±0.010	0.094±0.007	13.457±0.968	0.708±0.008	0.081±0.005	11.502±0.761	0.012	0.012	1.00

Note : M; mean value, $p\varepsilon$; probable error

A．全長　測定結果は第1図Aに示す通りである。（全長／体長）×１００の数値の平均値は，雄魚では 115.568±0.161，雌魚では 114.596±0.138 で両者の信頼度（R）は ４．５８を示し，差異が認められる。雄魚の方が雌魚よりも尾鰭の長い事実は，既に著者の一人松井（１９３４）[6]，小林（１９５１）[4] が報告した。全長（TL cm）と体長（L cm）との関係は，実験式 TL＝1.140 L＋0.100 で現される。

B．頭長　測定結果は，第1図Bに示す通りである。即ち，その平均値（頭長／体長，%）は，雄魚では 16.205±0.090，雌魚では 16.279±0.103 で，両者の信頼度は０．５４を示し，差異は認められない。然し地理的には雌雄によりその差異が認められる地方がある。即ち，福岡県柳川市附近では雄魚16.578±0.051，雌魚17.443±0.067，又山口県玖珂郡平生町附近では雄魚 17.004±0.080，雌魚 16.584±0.048 で，雌雄間の信頼度は前者では １０．２３ で雌魚が長く，又後者では ４．５２ で雄魚の方が長い[5]。頭長（HL cm）と体長（L cm）との関係は，実験式HL＝0.125L＋0.375で現される。

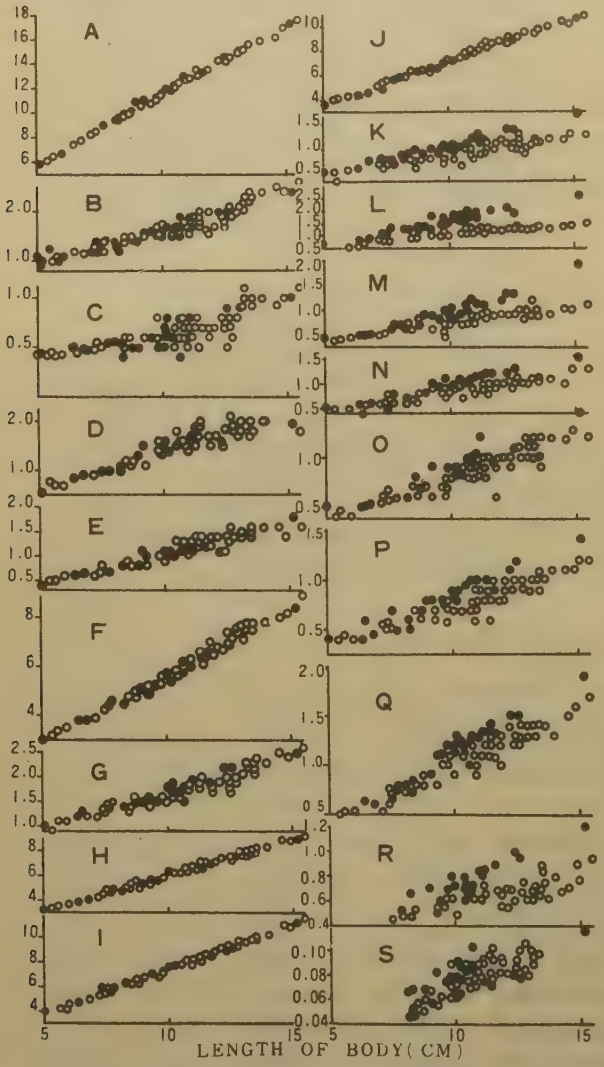


Fig. 1. Relation between body length and external morphological characteristics, white circles denoting the female and solid ones the male.
A, total length. B, length of head. C, length of snout. D, height of body. E, width of body. F, position of dorsal fin. G, position of pectoral fin. H, position of ventral fin. I, position of anal fin. J, position of anus. K, length of dorsal fin. L, length of pectoral fin. M, length of ventral fin. N, length of anal fin. O, length of base of dorsal fin. P, length of base of anal fin. Q, height of caudal peduncle. R, length of barbel. S, length of scale.

C．吻長　測定結果は，第1図Cに示す通りである。平均値（吻長/頭長，%）は，雄魚では39.955±0.368，雌魚では39.423±0.355で，両者間の信頼度は ３．２８ で差異は認められないが，雄魚の方が長い傾向がある。吻長（S cm）と体長（L cm）との関係は 実験式 S＝0.038L＋0.230 で現される。吻形は雌魚よりも雄魚の方が鋭角を為す。

D．口鬚長　ドジョウの口鬚は，上顎に3対，下顎に2対あり，又下顎の左右第一口鬚の間に1対の小突起がある。これ等の口鬚長を上顎の第三口鬚長と比較すれば，上顎の第一，第二口鬚長は約⅘～5/5で僅に短く，下顎の第一口鬚長は約⅓～¼，同じく第二口鬚長は

約$\frac{2}{5}$～$\frac{3}{5}$である。

上顎の第三口鬚長の測定結果は，第1図Rに示す通りである。その平均値（口鬚長／体長，%）は，雄魚では 6.806±0.087，雌魚では 5.379±0.066 で，両者の信頼度は13.09で顕著な差異が認められる。口鬚の形状は雄魚の方が雌魚に比して細い。口鬚長（BL cm）と体長（L cm）との関係は，雄魚では BL=0.100L−0.300，雌魚では BL=0.053L+0.029 で示され，両者間の差異は体長 7 cm 迄は認められない。

E．口裂長　測定結果は，第2図に示す通りである。その平均値（口裂長／吻長，%）は雄魚では 42.090±1.287，雌魚では 50.113±1.174で，両者の信頼度は4.61で差異が認められる。ドジョウを前方より観察すると，口唇は，雌魚では口裂が大きい為に吻部より外方に張り出しており，その前縁は円形であるが，雄魚では外方に張り出すことなく，その前縁は鋭角を為している。

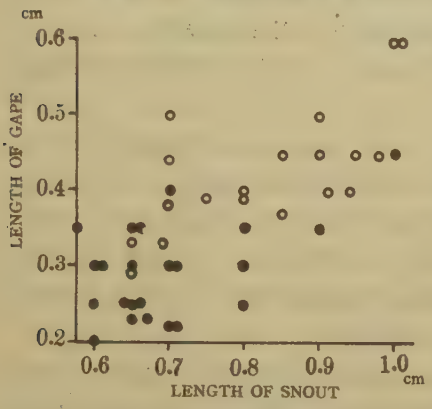


Fig. 2. Relation between the length of gape and the length of snout, white circles denoting the female and solid ones the male.

F．体高　測定結果は，第1図Dに示す通りである。その平均値（体高／体長，%）は，雄魚では 14.728±0.117，雌魚では 14.519±0.119 で，両者の信頼度は1.25で差異は認め難い。然し地理的には雄魚の方が雌魚よりも体高が高い傾向があり，特に福岡県柳川市附近では，雄魚 12.472±0.059，雌魚 12.019±0.068 で，両者の信頼度は5.02で差異が認められる[5]。雄魚の方が雌魚よりも体高の高いことは，筆者の一人松井（1934）[6]が既に報告した。体高（BH cm）と体長（Lcm）との関係は実験式 BH=0.160L−0.200 で現される。

G．体巾　測定結果は，第1図Eに示す通りである。その平均値（体巾／体長，%）は，雄魚では 10.625±0.096，雌魚では 11.173±0.107 で，両者の信頼度は3.81で雌魚の方が広い傾向がある。特に産卵期には，雌魚の下腹部は膨大になり，その差異は顕著となる。体巾（BW cm）と体長（L cm）との関係は，実験式 BW=0.130L−0.250 で現される。

H．背鰭の位置　測定結果は，第1図Fに示す通りである。その平均値（背鰭の位置／体長，%）は雄魚では 55.989±0.146，雌魚では 57.048±0.163 で，両者の信頼度は4.84で差異が認められる。背鰭の位置（DF cm）と体長（L cm）との関係は，実験式 DF=0.540L+0.300 で現される。

I．胸鰭の位置　測定結果は，第1図Gに示す通りである。その平均値（胸鰭の位置／体長，%）は，雄魚では 16.909±0.102，雌魚では 16.375±0.09 で，両者の信頼度は3.90で雄魚の方が後方に位置する傾向がある。然し地理的に見ると，福岡県柳川市附近では，雄魚 16.955±0.073，雌魚 17.392±0.080，又新潟県北浦原郡本原村では，雄魚 18.500±0.094，雌魚 17.138±0.100 で，雌雄間の信頼度は前者では4.04で，胸鰭は雌魚の方が後方に位置し，又後者では 9.90 で雌魚の方が前方に位置する[5]。胸鰭の位置（PF cm）と体長（L cm）との関係は，実験式 PF=0.150L+0.200 で現される。

J．腹鰭の位置　測定結果は，第1図Hに示す通りである。その平均値（腹鰭の位置／体長，%）は，雄魚では 59.637±0.174，雌魚では 59.788±0.203 で，両者の信頼度は0.57を示

し，差異は認められない。腹鰭の位置（VF cm）と体長（L cm）との関係は実験式 VF＝0.570L＋0.350 で現される。

K．臀鰭の位置　測定結果は，第1図Iに示す通りである。その平均値（臀鰭の位置／体長，%）は，雄魚では 73.909±0.188，雌魚では 74.616±0.153 で，両者の信頼度は2.92をホし，差異は認められない。臀鰭の位置（AF cm）と体長（L cm）との関係は実験式 AF＝0.730L＋0.150 で現される。

L．肛門の位置　測定結果は，第1図Jに示す通りである。その平均値（肛門の位置／体長，%）は，雄魚では 70.784±0.204，雌魚では 71.125±0.200 で，両者の信頼度は1.19を示し，差異は認め難い。肛門の位置（A cm）と体長（L cm）との関係は実験式 A＝0.680L＋0.400 で現される。

M．背鰭の長さ　測定結果は，第1図Kに示す通りである。その平均値（背鰭の長さ／体長，%）は，雄魚では 10.387±0.089，雌魚では 9.116±0.084で，両者の信頼度は10.42を示し，顕著な差異が認められる。雄魚が雌魚よりも背鰭の長い事は，既に内田（1939）[11]，小林（1951）[4]が報告した。背鰭の長さ（DL cm）と体長（L cm）との関係は，雄魚では DL＝0.125L－0.225，雌魚では DL＝0.072L＋0.190 の実験式で現される。然し体長8cm迄は差異がなく，その実験式は雌魚の式と同一である。

N．胸鰭の長さ　測定結果は，第1図Lに示す通りである。その平均値（胸鰭の長さ／体長，%）は，雄魚では 16.284±0.125，雌魚では 10.702±0.078 で，両者間の信頼度は37.97で明瞭なる差異を認めることが出来る。胸鰭の長さ及びその形は，ドジョウの性徴中，最も特徴のある部分で，林（1901）[1]，岡本（1921）[7]，H. RENDHL（1933）[9]，松井（1934）[6]，V. D. VLADYKOV（1935）[12]，池田（1936）[3]，内田（1939）[11]，小林（1951）[4]の諸代が，この事実に就いて記載している。胸鰭の長さ（PL cm）と体長（L cm）との関係は，雄魚では PL＝0.208－0.440，雌魚では PL＝0.110L＋0.050 の実験式で示され，理論上体長5cmより差異を生ずる。尚体長5cm以下のものでは，その実験式は雌魚の式と同一である。雄魚の胸鰭の型は，大きく分けて次の二つがある。即ち胸鰭の巾が大きく，後縁が後方に丸く突出した型と，巾が狭く，その後縁が後方に突出しない尖鋭型とがあり，福岡県，山口県では前者が多く，新潟県，岩手県では大半が後者である[5]。

O．腹鰭の長さ　測定結果は，第1図Mに示す通りである。その平均値（腹鰭の長さ／体長，%）は，雄魚では 9.466±0.096，雌魚では 7.673±0.050 で，両者の信頼度は16.60を示し顕著な差異を認めることが出来，腹鰭の尖端は雄魚では肛門に達するが，雌魚では遙かに達しない。この事実は既に池田（1936）[3]，内田（1939）[11]，小林（1951）[4]の諸氏が指摘した。腹鰭の長さ（V Lcm）と体長（L cm）との関係は，雄魚では VL＝0.157L－0.606，雌魚では VL＝0.068L＋0.060 の実験式で現され，理論上体長7.5cmより差異を生ずる。尚体長7.5cm以下のものでは，その実験式は雌魚の式と同一である。

P．臀鰭の長さ　測定結果は，第1図Nに示す通りである。その平均値（臀鰭の長さ／体長，%）は，雄魚では 9.534±0.083，雌魚では 8.250±0.074 で，両者の信頼度は11.57を示し顕著な差異を認めることが出来る。臀鰭の長さに於いて，雄魚が雌魚よりも長い事実は，既に内田（1939）[11]，小林（1951）[4]の両氏が報告した。臀鰭の長さ（AL cm）と体長（L cm）との関係は，雄魚では AL＝0.136L－0.438，雌魚では AL＝0.068L＋0.130 の実験式で現され，理論上体長8cmより差異を生ずる。尚それ以下の体長では，実験式は雌魚の式

と同一である。

Q. 背鰭基底長　測定結果は，第1図Oに示す通りである。その平均値（背鰭基底長／体長，%）は，雄魚では 8.557±0.085，雌魚では 8.058±0.071 で，両者の信頼度は4.54で差異を認めることが出来る。然し地理的には背鰭基底長に於いて雌雄の差異がある地方は少い[5]。背鰭基底長（DB cm）と体長（L cm）との関係は実験式 DB=0.087L−0.055 で現される。

R. 臀鰭基底長　測定結果は，第1図Pに示す通りである。その平均値（臀鰭基底長／体長，%）は，雄魚では 8.387±0.079，雌魚では 7.587±0.054 で，両者間の信頼度は8.42を示し，明らかに差異を認めることが出来る。臀鰭基底長（AB cm）と体長（L cm）との関係は，雄魚では AB=0.110L−0.248，雌魚では AB=0.088L−0.113 の実験式で現され，理論的に体長6 cmより差異を生ずる。尚それ以下の体長では，実験式は雌魚の式と同一である。

S. 尾柄高　測定結果は，第1図Qに示す通りである。その平均値（尾柄高／体長，%）は，雄魚では 11.262±0.111，雌魚では 10.577±0.071 で，両者間の信頼度は5.19を示し，差異を認める事が出来る。尾柄高（CP cm）と体長（L cm）との関係は，雄魚では CP=0.159L−0.463，雌魚では CP=0.123L−0.212 の実験式で現され，理論上体長7 cmより差異を生じ，それ以下の体長は，実験式は雌魚の式に従う。

T. 鱗長　測定結果は，第1図Sに示す通りである。その平均値（鱗長／体長，%）は，雄魚では 0.696±0.010，雌魚では 0.708±0.008で，両者の信頼度は1.00を示し，差異は認め難い。鱗長（SL μ）と体長（L cm）との関係は，実験式 SL=84.8L−145.5 で現される。

結論及び考察

ドジョウ成魚の雌雄間の差異に就いて，本実験結果及で既旺の業績を綜合すると次の通りである。林（1901）[1]（1903）[2] は体長が雌魚に比して雄魚が小さく，胸鰭は雄魚が長く尖鋭であり，そして又雄魚の背鰭後部体側に左右各一条の体軸に並走する一種の膨脹腺を認め，岡本（1921）[7][8] はこの膨脹腺を組織学的に調査し，この部分は上皮が多少肥厚して棍棒状細胞特に著しく，又上皮と筋層との間には，脂肪組織がよく発達して隆起を形成することを明かにした。H. RENDAHL（1933）[9] は成熟雄魚の第二胸鰭条背片基部にある一種の骨質板を Lamina circularis と呼び，V. D. VLADYKOV（1935）[12] は，この骨質板の有無並びに形状は ドジョウ科 魚類各種属に夫々特有なものであるとした。筆者の一人松井（1934）[6] は，雄魚に比して雌魚の方が，尾鰭は短かく，体高は低く，頭骨は一般に細長いことを報告した。池田（1936）[3] は，成長に伴う Lamina circularis の形状の変化及び生殖時期の成熟雄魚の胸鰭条上に追星を発生することを見出し，これ等の諸性徴を基としてドジョウ科種族の分類に就いて吟味，考察した。内田（1939）[11] は，ドジョウの体形に就いて詳細に記述し，その中で背鰭及び臀鰭は，雄魚の方が雌魚よりも長いことを報告した。著者の一人，久保田（1947）[13] は産卵後の雌ドジョウに於いて，肛門の横の体側に，鱗がとれて楕円形のすれ傷の様な斑点が出来ることを指摘し，更に塚原（1948）[10] は，これは成魚に於いて周年見られ，産卵行為の際，雄魚が雌魚の腹部に巻きつき，雄魚の Lamina circularis を雌魚の体に固着させた時に生ずるものであり，更に産卵時の雌魚の腹部に小出血斑が生ずること及び雄の成魚の体側背部の前部隆起帯を記載した。小林（1951）[4] は胸鰭の第一及び第二軟条の基部の部分，鎖骨，烏縁骨，肩甲骨，後鎖骨に於いて雌魚よりも雄魚の方が長いことを見出した。筆者等は本研究に依り更に次の新知見を得た。1）口鬚長は雄魚の

し，差異は認められない。腹鰭の位置（VF cm）と体長（L cm）との関係は実験式 VF＝0.570L＋0.350 で現される。

K．臀鰭の位置　測定結果は，第1図Iに示す通りである。その平均値（臀鰭の位置／体長，%）は，雄魚では 73.909±0.188，雌魚では 74.616±0.153 で，両者の信頼度は2.92を示し，差異は認められない。臀鰭の位置（AF cm）と体長（L cm）との関係は実験式 AF＝0.730L＋0.150 で現される。

L．肛門の位置　測定結果は，第1図Jに示す通りである。その平均値（肛門の位置／体長，%）は，雄魚では 70.784±0.204，雌魚では 71.125±0.200 で，両者の信頼度は1.19を示し，差異は認め難い。肛門の位置（A cm）と体長（L cm）との関係は実験式 A＝0.680L＋0.400 で現される。

M．背鰭の長さ　測定結果は，第1図Kに示す通りである。その平均値（背鰭の長さ／体長，%）は，雄魚では 10.387±0.089，雌魚では 9.116±0.084で，両者の信頼度は10.42を示し，顕著な差異が認められる。雄魚が雌魚よりも背鰭の長い事は，既に内田（1939）[11]，小林（1951）[4] が報告した。背鰭の長さ（DL cm）と体長（L cm）との関係は，雄魚では DL＝0.125L−0.225，雌魚では DL＝0.072L＋0.190 の実験式で現される。然し体長8cm迄は差異がなく，その実験式は雌魚の式と同一である。

N．胸鰭の長さ　測定結果は，第1図Lに示す通りである。その平均値（胸鰭の長さ／体長，%）は，雄魚では 16.284±0.125，雌魚では 10.702±0.078 で，両者間の信頼度は37.97で明瞭なる差異を認めることが出来る。胸鰭の長さ及びその形は，ドジョウの性徴中，最も特徴のある部分で，林（1901）[1]，岡本（1921）[7]，H. RENDHL（1933）[9]，松井（1934）[6]，V. D. VLADYKOV（1935）[12]，池田（1936）[3]，内田（1939）[11]，小林（1951）[4] の諸氏が，この事実に就いて記載している。胸鰭の長さ（PL cm）と体長（L cm）との関係は，雄魚では PL＝0.208−0.440，雌魚では PL＝0.110L＋0.050 の実験式で示され，理論上体長5cmより差異を生ずる。尚体長5cm以下のものでは，その実験式は雌魚の式と同一である。雄魚の胸鰭の型は，大きく分けて次の二つがある。即ち胸鰭の巾が大きく，後縁が後方に丸く突出した型と，巾が狭く，その後縁が後方に突出しない尖鋭型とがあり，福岡県，山口県では前者が多く，新潟県，岩手県では大半が後者である[5]。

O．腹鰭の長さ　測定結果は，第1図Mに示す通りである。その平均値（腹鰭の長さ／体長，%）は，雄魚では 9.466±0.096，雌魚では 7.673±0.050 で，両者の信頼度は16.60を示し顕著な差異を認めることが出来，腹鰭の尖端は雄魚では肛門に達するが，雌魚では遙かに達しない。この事実は既に池田（1936）[3]，内田（1939）[11]，小林（1951）[4] の諸氏が指摘した。腹鰭の長さ（V Lcm）と体長（L cm）との関係は，雄魚では VL＝0.157L−0.606，雌魚では VL＝0.068L＋0.060 の実験式で現され，理論上体長7.5cmより差異を生ずる。尚体長7.5cm以下のものでは，その実験式は雌魚の式と同一である。

P．臀鰭の長さ　測定結果は，第1図Nに示す通りである。その平均値（臀鰭の長さ／体長，%）は，雄魚では 9.534±0.083，雌魚では 8.250±0.074 で，両者の信頼度は11.57を示し顕著な差異を認めることが出来る。臀鰭の長さに於いて，雄魚が雌魚よりも長い事実は，既に内田（1939）[11]，小林（1951）[4] の両氏が報告した。臀鰭の長さ（AL cm）と体長（L cm）との関係は，雄魚では AL＝0.136L−0.438，雌魚では AL＝0.068L＋0.130 の実験式で現され，理論上体長8cmより差異を生ずる。尚それ以下の体長では，実験式は雌魚の式

と同一である。

Q. 背鰭基底長　測定結果は，第1図Oに示す通りである。その平均値（背鰭基底長／体長，%）は，雄魚では 8.557±0.085，雌魚では 8.058±0.071 で，両者の信頼度は4.54で差異を認めることが出来る。然し地理的には背鰭基底長に於いて雌雄の差異がある地方は少い[5]。背鰭基底長（DB cm）と体長（L cm）との関係は実験式 DB=0.087L−0.055 で現される。

R. 臀鰭基底長　測定結果は，第1図Pに示す通りである。その平均値（臀鰭基底長／体長，%）は，雄魚では 8.387±0.079，雌魚では 7.587±0.054 で，両者間の信頼度は8.42を示し，明らかに差異を認めることが出来る。臀鰭基底長（AB cm）と体長（L cm）との関係は，雄魚では AB=0.110L−0.248，雌魚では AB=0.088L−0.113 の実験式で現され，理論的に体長6 cmより差異を生ずる。尚それ以下の体長では，実験式は雌魚の式と同一である。

S. 尾柄高　測定結果は，第1図Qに示す通りである。その平均値（尾柄高／体長，%）は，雄魚では 11.262±0.111，雌魚では 10.577±0.071 で，両者間の信頼度は5.19を示し，差異を認める事が出来る。尾柄高（CP cm）と体長（L cm）との関係は，雄魚では CP=0.159L−0.463，雌魚では CP=0.123L−0.212 の実験式で現され，理論上体長7 cmより差異を生じ，それ以下の体長は，実験式は雌魚の式に従う。

T. 鱗長　測定結果は，第1図Sに示す通りである。その平均値（鱗長／体長，%）は，雄魚では 0.696±0.010，雌魚では 0.708±0.008で，両者の信頼度は1.00を示し，差異は認め難い。鱗長（SL μ）と体長（L cm）との関係は，実験式 SL=84.8L−145.5 で現される。

結論及び考察

ドジョウ成魚の雌雄間の差異に就いて，本実験結果及で既旺の業績を綜合すると次の通りである。林（1901）[1]（1903）[2] は体長が雌魚に比して雄魚が小さく，胸鰭は雄魚が長く尖鋭であり，そして又雄魚の背鰭後部体側に左右各一条の体軸に並走する一種の膨脹腺を認め，岡本（1921）[7][8] はこの膨脹腺を組織学的に調査し，この部分は上皮が多少肥厚して棍棒状細胞特に著しく，又上皮と筋層との間には，脂肪組織がよく発達して隆起を形成することを明かにした。H. RENDAHL（1933）[9] は成熟雄魚の第二胸鰭条背片基部にある一種の骨質板を Lamina circularis と呼び，V. D. VLADYKOV（1935）[12] は，この骨質板の有無並びに形状は ドジョウ科 魚類各種属に夫々特有なものであるとした。筆者の一人松井（1934）[6] は，雄魚に比して雌魚の方が，尾鰭は短かく，体高は低く，頭骨は一般に細長いことを報告した。池田（1936）[3] は，成長に伴う Lamina circularis の形状の変化及び生殖時期の成熟雄魚の胸鰭条上に追星を発生することを見出し，これ等の諸性徴を基としてドジョウ科種族の分類に就いて吟味，考察した。内田（1939）[11] は，ドジョウの体形に就いて詳細に記述し，その中で背鰭及び臀鰭は，雄魚の方が雌魚よりも長いことを報告した。著者の一人，久保田（1947）[13] は産卵後の雌ドジョウに於いて，肛門の横の体側に，鱗がとれて楕円形のすれ傷の様な斑点が出来ることを指摘し，更に塚原（1948）[10] は，これは成魚に於いて周年見られ，産卵行為の際，雄魚が雌魚の腹部に巻きつき，雄魚の Lamina circularis を雌魚の体に固着させた時に生ずるものであり，更に産卵時の雌魚の腹部に小出血斑が生ずること及び雄の成魚の体側背部の前部隆起帯を記載した。小林（1951）[4] は胸鰭の第一及び第二軟条の基部の部分，鎖骨，烏縁骨，肩甲骨，後鎖骨に於いて雌魚よりも雄魚の方が長いことを見出した。筆者等は本研究に依り更に次の新知見を得た。1）口髭長は雄魚の

方が長い。2）吻長は雄魚の方が長い傾向があり，吻形は雌魚よりも雄魚の方が鋭角を為す。3）口裂長は雌魚の方が長く，口唇の形は，雌魚ではその前縁が円形であるのに対して雄魚では鋭角である。4）背鰭の位置は雌魚の方が後方に位置する。5）背鰭基底長は雄魚の方が長い傾向がある。6）臀鰭基底長は雄魚の方が長い。7）尾柄高は雄魚の方が高い。8）頭長及び胸鰭の位置は地方により雌雄の差異が認められる。

雌雄間に於いて以上の差異を生ずるのは，胸鰭の長さが最も早く，体長5 cm，次いで臀鰭基底長が6 cm，口髭長，尾柄高，Lamina circularis の認められるのが夫々7 cm，腹鰭の長さが7．5 cm，背鰭の長さ，臀鰭の長さが夫々8 cmである。

測定事項と体長との関係は何れも直線の実験式で現わされ，雌魚では性徴出現前からの連続的な直線であるのに対して，雄魚では上記の体長で派生的な直線を形成する。これは小林（1951）[4]が，雄魚の性徴は，精巣ホルモンの影響下で発達し，雌魚では性ホルモンの影響によらないで発達すると報告した様な関係によるものと思われる。

摘　　要

1）背鰭，胸鰭，腹鰭，臀鰭及び尾鰭の各長さは，雌魚よりも雄魚の方が長い。

2）背鰭基底長及び臀鰭基底長は雌魚よりも雄魚の方が長い。然し前者は地理的に例外がある。

3）尾柄高は雌魚よりも雄魚の方が高い。

4）背鰭の位置は雄魚よりも雌魚の方が，後方に位置する。

5）口髭長は雌魚よりも雄魚の方が長い。

6）口裂長は雄魚よりも雌魚の方が大きい。

7）吻長は雌魚よりも雄魚の方が長い傾向があり，吻形は雄魚の方が鋭角を為す。

8）体巾は雄魚よりも雌魚の方が広い傾向がある。

文　　献

1）林寿　祐：1901．鰌の雌雄，動物学雑誌，13，27.

2）————：1903．泥鰌に就いて，動物学雑誌，**15**，(181)，410—414.

3）池田兵司：1936．日本産ドジョウ科魚類の雌雄性徴と其分類に就いて　I. ドヂヤウ Misgurnus anguillicaudatus (Cantor) とシマドヂヤウ2種 Cobitis biwae JORDAN and SNYDER, Cobitis taenia striata, subsp. nov.，動物学雑誌，**48** (12)，983—994.

4）KOBAYASHI, H.: 1951. Experimental studies on the Sexual characters of the Loach, Misgurnus anguillicaudatus (Cantor), Annotationes Zoologicae Japonenses, **24** (4).

5）久保田善二郎・松井　魁：未発表，ドジョウの形態学的研究　第3報　形態の地理的変異に就いて，

6）松井　魁：1934．鰌の性別による外形の変異，養殖会誌，**4**，164—168.

7）岡本規矩男：1921．鰌の第二次性徴，動物学雑誌，**33**，(392)，191—192.

8）————：————．鰌の第二次性徴に就いての追加，動物学雑誌，**33** (395)，319.

9）RENDAHL, H.: 1933. Weitere Untersuchung über den Schultergürtel und die Brustflossenmuskulatur der Cobitiden. Ark. Zool., **21**, 1.

10）塚原　博：1948．ドジョウの二次性徴と産卵習性との関係に就いて，生物，**3**，64—69.

11）内田恵太郎：1939．朝鮮魚類誌，朝鮮水産試験場，**6**，429—439.

12）VLADYKOV, V. D.: 1935. Secondary sexual dimophism in some Chinese Cobitid fishes.

Jour. Morph. **57**, (1), 275—302.

13) 山口県水産指導所：1947. 鰡増産の実際，特輯，**46**，1—10.

魚体温に関する研究

I 水温と体温との関係に就いて※

平野　修・松井　魁

Notes on body-temperature of Fish

1. Relation between Body-temperature and Water-temperature.

By

Osamu HIRANO and Isao MATSUI

The adaptation velocity of body-temperature of fish was investigated using Murayama's electric thermometer. This investigation were carried out in order to scrutinize previous works on body temperature of fish.

1) Body-temperature of carp adapted perfectly itself to sudden rise of water-temperature as much as about 10°C within about 20 minutes.

2) Body-temperture of carp adapted itself to a sudden lowering of water-temperature as down as about 10°C within 6—10 minutes, but continued its lowering even below the water-temperature.

3) Immediate adaptation to a temperature change on the part of fish body was observed when exposed to gradual rise of water-temperature, say 1°—2°C at a time. Adaptation velocity was herby proportional to speed of rising of water-temperature.

4) Similarly fish body promptly adapted itself to a change of water-temperature which was lowered by degrees, viz., 1°—2°C at a time. Although lowering of body temperature kept pace with that of water temperature down to a range 8°—12°C, the former went down slightly quicker than the latter which continued lowering below the range.

緒　　言

魚類の様な冷血動物の体温は環境水温に近似的である点から漁獲された魚の体温を測定することに依つて現場水温を推定しようとする試みが行われ，特にカツオ・マグロ等の大型魚に関しては Dary, Portier, Legendre, 岸上，中村，宇田，渡辺，福島等の多くの業績がある。

然しこれらの多くは魚体を船上に取り揚げた後，肛門から体腔内に棒状水銀寒暖計を挿入する方法で測定されたもので，漁獲水層から測定する迄の間に魚体温に及ぼす各種の影響が無視されている。そこで筆者等は魚類が各温度に順応する速度を究めることに依つて従来記録された魚体温を再検討すると共に魚体温測定の実用化を計る目的で実験を行つた。

材料及方法

※ 水産講習所研究業績　第119号

実験には第1表に示す大きさのコイを使用した。実験方法は島津式電気恒温槽内に魚体を傷けない様に固定し，村山式電気抵抗温度計（±30°C, 0.5目盛）を肛門内に深く差し込み，魚体を急激に低水温（高水温）から高水温（低水温）に移した場合及び徐々に水温を上昇（下降）した場合の魚体温と環境水温とを時間的に測定した。

Table 1. Showing Age, Body-length and Body-weight of fish.

No.	Age	Body-length (cm)	Body-weight (g)
1	2	16.0	93.0
2	2	14.9	70.7
3	2	15.6	97.0
4	2	12.6	40.5
5	2	13.5	56.0
6	2	18.2	139.1
7	2	20.8	186.0
8	2	15.2	168.0
9	2	17.8	120.0
10	2	15.6	92.5

結果並びに考察

コイを急激に10.5°Cの低温から22.1°Cの高温水槽（水温差11.6°C）に移した場合に於ける体温を測定した（第1図）。実験開始時の体温をT_1，実験終了時の体温をT_2，経過時間に於ける体温をtとし順応度Tを次式で求めると第2図の通りである。

$$T=\frac{t-T_1}{T_2-T_1}$$

即ち順応度Tは最初の1分間に46～48%を示し，5分間では80～90%に達する。又この間の呼吸運動は1～10分間が最も激しく，その後体温が高温度に順応するに従つて呼吸回数は次第に安定して来る（第2表）。水温20°C

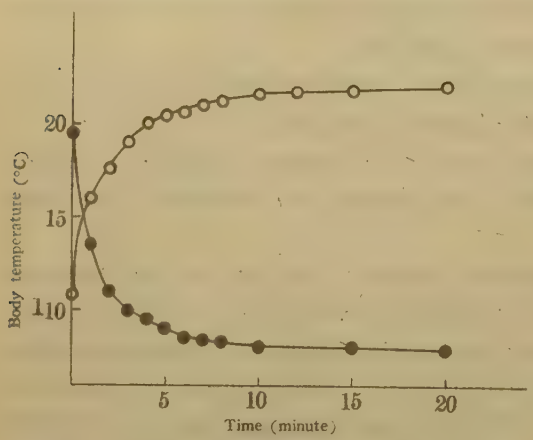


Fig. 1. Relation between the body temperature (°C) and the time (minute) in case of the sudden rise (lowering) of water temperature, where hollows being the sudden rise : blacks; the sudden lowering.

Table 2. Respiratory motion of carp on the every change.

	Normal condition			Rising suddenly the water temperature		
Water temperature(°C)	12.5			11.0 → 21.0		
Time (minutes)	1～10	10～20	20～40	1～10	10～20	20～40
Average of number respiration per minute	38～40	〃	〃	74～80	73～79	71～77
Average of number cleaning motion per minute	1～ 2	〃	〃	20～23	19～22	17～21
Average of number respiration between cleaning motion per minute.	21～24	〃	〃	3～ 4	3～ 5	4～ 5

Lowering suddenly the water temperature			Rising gradually the water temperature			Lowering gradually the water temperature		
19.5 → 9.8			9.5 → 16.2			20 → 11.3		
1～10	10～20	20～40	1～10	10～20	20～40	1～10	10～20	20～40
47～51	46～50	46～48	38～45	〃	〃	38～42	〃	〃
8～10	8～10	7～ 9	3～ 4	〃	〃	3～ 4	〃	〃
4～ 5	4～ 6	6～ 8	10～13	〃	〃	10～13	〃	〃

の高温から８．２°Cの低温水槽（水温差１２．８°C）に移した場合に於ける順応度Tは最初の１分間で５３～５４．８%を，５分間で９０～９２．９%を示し，呼吸運動は前者よりも少く６～１０分で完全に順応する（第１．２図）。

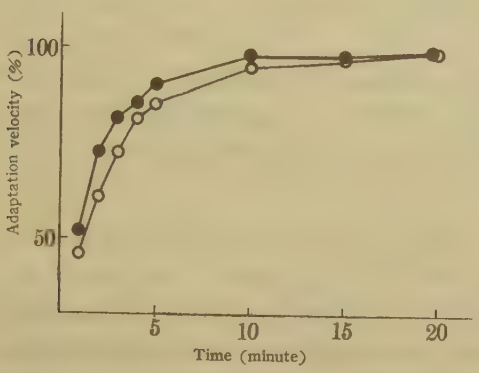


Fig. 2. Relation between the adaptation velocity(%) and the time, where hollows ebeing the sudden rise : blacks; the sudden lowering.

次に水温を９０分間に １０．２°C から１９．０°C水温差８．８°C の速度で徐々に上昇させた場合魚体温は水温の上昇に伴つて徐々に上昇し，呼吸運動も普通時よりも少し早くなる程度であつて約 １～２°C の水温の上昇に対しては殆んど影響されずに直ちに順応し，その順応度は水温の上昇に比例する（第３図）。又逆に水温を９０分間に ２０°C から１０．７°C 水温差９．３°C の速度で徐々に下降させた場合は水温の下降に伴つて下降するが ８～１２°C 前後に達すると体温が水温よりも僅かに低い値を示すに至る（第４図）。

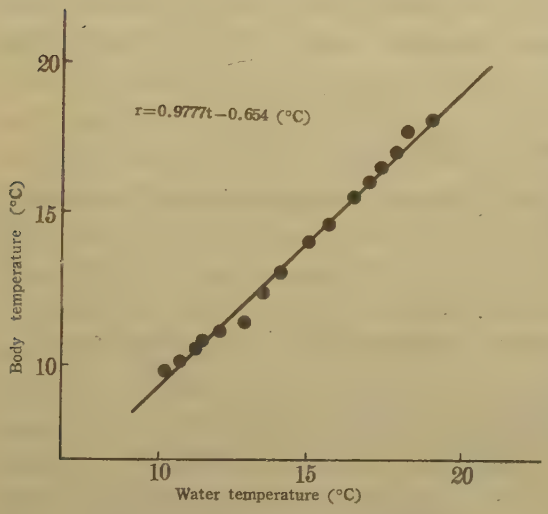


Fig. 3. Relation between the body temperature (°C) and water temperature (°C) in case of the gradual rise of water temperature.

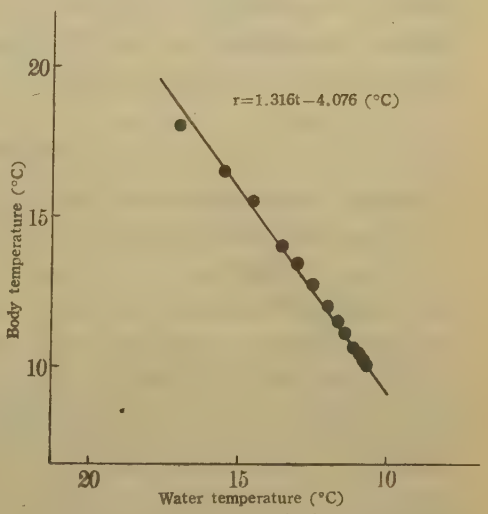


Fig. 4. Relation between the body temperature (°C) and water temperature (°C) in case of the gradual lowering of water temperature.

呼吸運動は水温を徐々に上昇させた時よりも遅く，普通時より僅かに早くなる程度であつて，約１～２°C の水温の下降に対しては上昇時と同じく直ちに順応する。然しながら順応度は８～１２°C 前後迄は水温の下降に比例するが，この範囲以下では水温の下降よりも僅かに早くなつてくる。また供試材料の大きさの範囲内では魚体の大小による順応度の差異は認められない。

以上の実験結果から魚体温の環境水温に対する順応度は速かであるといえる。従つて，船上に取り揚げた後測定した場合は水温と気温の温度差が大きい程体温誤差も大きくなる。故に，船上に於ける魚体温の測定には普通相当の誤差があるものと考えられる。Davy（１９３９）

は *Thynnus pelamis* で水温２７.２℃ に対し体温３７.２℃, 宇田（１９４１）はカツオの体温は水温より１～３℃, 渡辺（１９４２）は２.１～３.４℃, 中村（１９４１）はキハダ＋１.２～２.７℃・メバチで＋３℃・マカジキで＋０.３℃・バセウカジキで＋０.３℃・コウライカジキで－０.１℃の温度差を報告し, 福島（１９５３）はカツオの血合筋の体温は体腔のそれよりも４℃, また漁場水温よりも５.９℃ 高く, その原因は運動に依つて生ずる発生熱であろうとした。従来の業績が一般に水温よりも高温を示す傾向のある主なる原因は環境水温・游泳層・游泳速度・魚体の大小・釣獲後の運動量等による発生熱量は当然無影響ではないと考えられるが, 漁獲から測定迄の経過時間・並びにその間の環境の温度の変化が可成り影響するものと考えられる。

摘　　要

１） コイの体温は水温の約１０℃ の急激な上昇変化に対しては約２０分間で完全に順応する。また下降変化に対しては約６～１０分で順応し, それ以後は水温よりも僅かに低くなつて下降する。

２） コイの体温は水温を徐々に上昇させた時１～２℃ 位の水温の上昇変化に対しては殆んど影響なく直ちに順応する。又順応度は水温の上昇に比例する。また下降変化に対しても殆んど影響なく直ちに順応する。 然しながら順応度は８～１２℃ 位まで水温の下降に比例するが, それ以後は僅かに水温の下降より早くなる。

参　考　文　献

１） 福島信一：1953. 釣上直後のカツオの体温に就いて（特に血合筋の異常高温に関して）. 東北海区水産研究所研究報告, 第２号.
２） 川本信之：魚類の生理.
３） 小泉清明：体温生理学.
４） 中村広司：1941. マグロ科及びカヂキ科に属する二・三魚類の体温に就いて. 水産学会報, 8(3.4).
５） 末広恭雄：魚類生理学の実際.
６） 宇田道隆：1941. カツオとサンマの魚体温と形状に関する測定. 日本水産学会誌, 9 (6).
７） 渡辺信雄：1942. カツオの魚体密度・体温及び游泳速度に関する測定. 日本水産学会誌, 11 (4).

スンダ列島西岸海域のプランクトンに就いて[1)2)]

千葉卓夫・鶴田新生

On the Plankton in the Western Sea Regions of Sunda Islands.

By
Takuo CHIBA & Arao TSURUTA

During December of 1953 and January of 1954, surveys of adjacent regions of Sunda Islands were carried out by a training ship the SHUNKOTSU-MARU, of the Shimonoseki College of Fisheries. The vessel was designed chiefly for the investigation of tuna fishing grounds coupled with oceanographical surveys and tow-netting. The plankton samples were vertically collected from 100 meters in the following ways : the plankton net used was 45cm in diameter at the mouth and spread with No.4 silk gause (676 mesher per square cm). The rough volume of every material was determined with a measuring tube by the settling method for 24 hours, These surveys clarified plankton composition and such species as spawning during the period, and referable to *Calanus darwinii*, *Cal. vulgaris*, *Cal. helgolandicus*. *Euchaeta marina*, *Eu. wolfendeni*, *Eu. concinna*, *Eu. flava*, *Scolecithrix danae*, *Haloptilus longicornis*, *Centropages furcatus*, *Candacia truncata*, *Cand. bispinosa* *Corycaeus gibbulus*, *Cory. speciosus*, *Cory. crassiusculus*, *Cory. catus*, *Setella gracilis*, *Miracia efferata*, *Oncaea venusta*, *On. media*.

As shown in Table 1, the settling volume of plankton was much larger in the St. 10 than in the other Station, owing chiefly to the richness of Copepods. It was largest in volume at the St. 10 (10.1 cc) and smallest at St. 7, near the Island of Nias (1.7 cc). The most important component of zoo-plankton was copepods. Next came the other animals, such as Chaetognaths, Tunicates, larval forms of various animals. The Phytoplankton was very scarce in volume throughout all Stations. Among Copepods the following species were remarkable. *Calanus vulgalis*, *Cal. darwinii*, *Euchaeta marina*, *Eucalanus subcrassus*, *Scolecithrix danae*, *Temora discaudata*, *Acartia spp.*, *Corycaeus spp.*, *Oithona plumifera*, *Oncaea spp.*

I 緒　　言

インド洋，ジヤバ海，南支那海のプランクトンの研究は，G. P. Farranがインド洋クリスマス島近海で，R. B. Sewell('２９,'３２)がインド洋，同じく('３３)マレー近海，W. E. Allen と E. E. Cupp ('３５) がジヤバ海，P. Jespersen ('３５) がインド洋及びスマトラ近海，H. C. Delsman ('３９) がジヤバ海，C. B. Wilson ('５０) がフイリッピン群島近海及び南

1) 水産講習所研究業績　第120号
2) この研究の一部は農林省水産業に関する科学的研究費による。

支那海，時岡（'52）がインド洋，大平洋の毛顎類，T. A. Kow（'53）がシンガポール海峡に於いて行つた夫々の報告がある。本所の練習船俊鶻丸は'53年12月から翌年1月に至る間，スンダ列島西岸海域でマグロ漁場の調査を実施した。この際採集されたプランクトンの標本によつて，該水域のプランクトンの組成を調べ，特に橈脚類では冬季（12～1月）に生殖を行う種類を糺明した。

本文を草するに当り，長期間に亙り直接漁場調査を実施し，貴重なる標本を提供された，本所の佐藤猛郎助教授，前田弘氏，京都大学々生三浦泰蔵君に対し深謝の意を表する。

II　採集法及び採集時期

採集はニコバル群島南部海域で2点，ニアス島近海で5点，スマトラ島南端で1点，ジヤバ島中央部沖合で1点，バアリー，ロムボオク，スウムバ島南海域で4点，計13点で行われた。

Fig. 1. Chart of the station.

採集には口径45cm，長さ1.1m，網目 676／cm² のネットを用い，各地点とも水深100米から表面まで毎秒50cm の速さで垂直的に曳網した。採集時期，漁場の海況及びプランクトン沈澱量を第1表に示した。

Table 1. Investigation period and hydrographic condition.

Water Region	Station No.	Lat.	Long.	Date 1953～1954
Near the south of the Islands of Nicobal	1	6°49′ N	93°21′ E	12. 27
	2	5°27′ N	94°41′ E	28
Near the Island of Nias	3	1°29′ N	96°25′ E	31
	4	1°28′ N	96°21′ E	1. 2
	5	0°25′ N	97°11′ E	3
	6	0°03′ S	97°13′ E	4
	7	0°32′ S	97°39′ E	5
Near the southmost of Sumatra	8	6°22′ S	103°49′ E	8
In middle part of Java	9	8°40′ S	110°21′ E	16
Southern area of Islands of Bali, Lombok etc.	10	9°12′ S	116°19′ E	18
	11	9°29′ S	116°47′ E	19
	12	9°57′ S	116°19′ E	21
	13	9°13′ S	115°11′ E	22

Time	Weather	Water colour	Trans-parency (m)	Water temp. Surface (°C)	Water temp. 100m (°C)	Deposition of plankton (cc)
11.00	c	2	—	28.2	21.0	4.5
15.00	b	1	41	29.7	19.47	2.9
12.00	c	1	33	29.0	26.37	2.5
13.00	c	1	36	29.1	27.82	3.1
13.30	r	2	—	28.9	27.22	7.6
12.00	r	1	—	—	—	1.8
14.00	b	1	—	29.2	23.73	1.9
11.00	c	1	35	29.1	17.85	2.8
14.00	c	1	35	29.2	20.93	2.0
15.00	b	3	24	30.1	21.75	10.1
15.40	b	3	25	30.1	21.10	7.0
13.20	c	2	24	30.3	22.13	5.0
13.00	c	2	—	29.3	23.59	3.8

III　プランクトンの組成（第2表）

（1）　ニコバル諸島南部海域(St. 1～2)植物性プランクトンで出現したのは *Chaetoceros coarctatus, Rhizosolenia imbricata, Rhizo. Styliformis, Tricodesmium* sp. の4種でその出現量は極めて少ない。　原生動物では Foraminifera の *Globigerina bulloides*, Radiolaria の *Sphaerozoum geminatum* が少量出現し, Dinoflagellata では *Pyrocystis pseudonoctiluca, Ceratium sumatranum f. angulatum* がやゝ多く,　*Pyro. fusiformis, Ceratium inflexum* が少量, St. 2では *Pyro. hamulus Cl. var. inaequalis, Amphisolenia thrinax* が僅少であるが出現した。 Copepoda は60種が出現したが,　優勢に出現した *Oithona plumifera, Oncaea venusta* の外 *Eucalanus subcrassas, Euchaeta marina, Scolecithrix danae, Acartia neligens, Copilia mirabilis, Cop. longistylis,　Sapphirina gastrica, Corycaeus gibbulus, Cory. concinnus, Oncaea media* が多く出現した種類である。亦本邦で未報告の *Pachysoma punctatum*（Fig. 2）がこの水域にのみ出現したことは特徴がある。此等の外甲殻

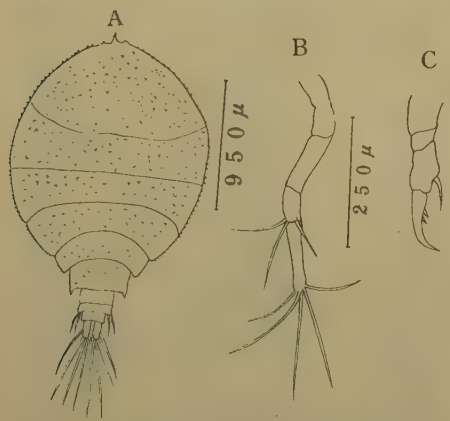


Fig. 2. *Pachysoma punctatum.*
A. Dorsal view (♀). B. 2nd antenna (♀). C. Posterior maxillipede (♀).

Table 2. Occurrenence of plankton in the weastern water regions of Sunda Islands.

Species \ Station	Sex	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Chaetoceros coarctatus		R R	R R	R R	R	R R	R R	R R	R R	R	R R	R R	R R	R R
C. peruvianus					R R						R	R		
C. Lorenzianus												R R		
C. sp.										R R	R	R R		
Coscinodiscus spp.						R					R	R R	R R	
Lauderia borealis											R	R		
Biddulphia sinensis											R	R		
B. sp.											R R			
Rhizosolenia setigera											R R	R R		
R. alata					R			R R		R R	R	R		
R. imbricata		R R	R R	R R	R	R R	R R	R R	R R	R R	R	R R	R R	R R
R. styliformis		R R	R R		R R	R R			R R	R R				
R. Stolterfothii											R	R R		
R. Bergonii					R	R R		R R			R	R		
Stephanopyxis Palmeriana				R R	R			R R			R	R		
Planktoniella sol									R R					
Thalassiothrix longissima					R	R R					R R	R R	R R	
T. Frauenfeldii												R		
T. Nitzschioides					R R						R R	R		R R
Thalassiosira subtilis											+	R R		
Hemiaulus Frauenfeldianum											R	+		
H. sp.					R	R R	R R							
Skeletonema costatum											R R			
Tricodesmium Spp.		R R	R	R R	R	R R	R R	R R	+	+	C	C	+	+
Zoo-plankton														
Globigerina bulloides		R	R R	R R	R R				R R	R	R	R	R R	R
Aulacantha scolymantha				R R	R R	R	R	R R	R R	+	+	R	R	R R
Acanthometra sp.		R R			R R	R R	R			R				
Sphaerozoum geminatum		R	R R								+			
Rhabdonella spiralis					R R									R R
Dinophysis miles						R R	R R							R R
Pyrocystis pseudonoctiluca		+	+	R	R	R	R	R	+	R	+	R	R	+
P. fusiformis		R R	R			R R			R R	R	R	R R		R R
P. hamulus Cl. var. inaequatum			R R										R R	
Amphisolenia bidentata												R	R	R R
A. thrinax			R R							R R		R R		
Ceratium extensum						R R			R	R	R	R	R	R R
Cera. carriense		R R	R	R	R	+	+	+	R	R	+	R	R	+
Cera. sumatranum f. angulatum		R	+	R R					R R	R R	+	+	R	R R
Cera. inflexum		R R	R	R	R	R	R	R	R	R	+	+	R	+
Cera. tenue						R	R		R	R	R R	R R	R R	R R
Cera. karstenii				R	R			R						
Cera. macroceros					R	R	R	R R	R	R	R	R	R	R R
Cera. massiliens						R	R	R R	R	R	R	+	R	R R
Cera. Bigelowii						R R	R R							
Ceea. fusus subsp. seta									R R			R R		
Cera. pulchllum									R R	R R				R R
Cera. pennatum											R R			
Cera. candelabrum										R				R R
Cera. vultur										R			R R	
Cera. deflexum											R R	R R	R R	
Cera. trichoceros												R R		
Cera. azoricum											R R	R R		R R
Cera. lunura											R R	R R		R R
Calanus tenuicornis	♀			R					R R			R R	R R	
C. gracilis	♀								R				R R	
C. helgolandicus	♀ ♂		R							R R	R R			
C. darwinii	♀ ♂	R R	R R	R	+	R	R	R	R	R R	R R	R R	R	R
C. vulgaris	♀ ♂			C	+	R	R R	C	R		R R		R R	
C. minor	♀ ♂	R R								R	R	R R		
C. robustior	♀								R R					
Eucalanus crassas	♀					R					+	R		R
Eu. subcrassas	♀ ♂	R	+	+	+	R	R R	+	R	R	+	+	R	R
Eu. attenuatus	♀ ♂	R					R	R	R	+	+	R R		
Eu. elongata	♀			R	R	R			R	R R	+		R	
Eu. mucronatus	♀ ♂	R R						+	R	R R	+	+	R	

Species \ Station		Sex	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rhincalanus	*cornutus*	♀♂				R	R		+			R	R	R	R
Rhin.	*nasutus*	♀♂				R		R R	+	R					
Acrocalanus	*gracilis*	♂	R						R					+	
Acro.	*gibber*	♀♂	R			R	R R					R		R	
Acro.	*monachus*	♀				R R	R R								
Paracalanus	*aculeatus*	♀♂	R	R R	+	+	R	R	R	+	+	R	R	R	R
Para.	*parvus*	♀♂	R R		+	+				+	+	R	+	R R	
Clausocalanus	*furcatus*	♀											+	R R	
Clauso.	*pergens*	♀♂	R				R						+	R R	
Clauso.	*arcuicornis*	♀								R			+		
Calocalanus	*pavo*	♀	R R	R	R	R	R R	R	R R	R	R R	R	R	+	R
Calo.	*plumolosus*	♀										R R			
Scottocalanus	*helenae*	♂						R R							R R
Pseudocalanus	*elongatus*	♀♂	R												
Bradyidius	*armatus*	♀								R R					
Euchaeta	*flava*	♀♂			R					R	R R		R R	R R	R
Euch.	*marina*	♀♂	R	+	+	+	+	+	+	+	R	+	+	+	C
Euch.	*plana*	♀♂				R R					R R				
Euch.	*wolfendeni*	♀♂			R	R				R	R R	R	R R		R R
Euch.	*concinna*	♀♂			R		R	R	R			R	R	R R	
Heterorhabdus	*papilliger*	♀		R R							R				
Hetero.	*spinifrons*	♀											R R		
Haloptilus	*longicornis*	♀		R R							R R				
Halo.	*actifrons*	♀												R R	
Halo.	*ornatus*	♀												R R	
Calanopia	*elliptica*	♀♂	R R		R	R						+	R		
Mecynocera	*clausi*	♀						R	R R	R	R R	R R	R	R	R R
Scolecithrix	*danae*	♀♂		+	+	+	R	R	+	R	R	+	+	R	R
Euchirella	*galeata*	♂									R R				
Temora	*discaudata*	♀♂	R		+	R	R	R	+		+	+	R		R R
Te.	*stylifera*	♀		R	R	R	R					R	R	R R	
Labidocera	*pavo*	♀♂		R R	R R								R		
Lab.	*bipinnata*	♀		R								R R			
Lab.	*detruncata*	♀♂										R R		R R	
Lab.	*cuchaeta*	♀		R R		R R					R R				
Lab.	*acuta*	♀										R R			
Centropages	*calaninus*	♂		R R					R						
Cen.	*furcatus*	♀♂	R′		R	R	R		R		R R	R	R		R
Cen.	*elongatus*	♀		R							R R		+		R R
Cen.	*longicornis*	♀		R R											
Cen.	*orsinii*	♂			R						R R				
Cen.	*bradyi*	♀♂		R	R										
Cen.	*gracilis*	♂		R R							R R				
Cen.	*violaceus*	♂				R									
Cen.	*aethiopica*	♂				R R							R R		
Candacia	*bradyi*	♀		2	R	R	5	R	R	R	9	10 R	R	12	13
Can.	*discaudata*	♀♂			3	4		6	7	8		R	11	R R	R
Can.	*simplex*	♀		R R					R					R R	R
Can.	*catula*	♀									+	R	R		
Can.	*curta*	♀♂	R R		R R				R		R	+		R R	R
Can.	*bispinosa*	♀							R R	R R	R R			R	R
Can.	*truncata*	♀♂			R R	+					R R		+		
Can.	*pectinata*	♂							R			R R		R R	
Can.	*logimana*	♀										R		R R	
Can.	*pachydactyla*	♀♂								R R		R R	R		
Clytemnestra	*scutellata*	♀♂	R R				R			R					
Cly.	*rostrata*	♀	R			R R						R R	R R		
Scolecithricella	*minor*	♀								R R					
Sco.	*spinpedata*	♀			R R					R R					
Pontellina	*plumata*	♀♂		R	R					R	R R	R R			
Pontellopsis	*armata*	♂									R	R			
Pontella	*spinicauda*	♂		R									R	R	
pontella	*sp.*	♂♀									R R	R R			
Phenna	*spinifera*	♀		R	R R			R		R R		R	R R		
Acartia	*clausi*	♀♂	R				R					R			
Acar.	*hamata*	♀	R									R			
Acar.	*neligens*	♀♂	+	R	+	+	R	R	+	+	+	R	+	R	+
Acar.	*erythrea*	♀♂		R	+	+	R	R R	+	+	R	C	C	R	

Species \ Station		Sex	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Acar.	*danae*	♀								R R					
Acar.	*spinicauda*	♀							R R	R	R	R			
Acar.	*longiremis*	♀								R					
Pleuromamma	*xiphias*	♀											R		
Ple.	*robusta*	♂											R R		
Actideus	*armatus*	♀	R R										R R	R R	
Acti.	*giesbrechti*	♀						R				R			
Lubbockia	*squillimana*	♀ ♂	R R												
Setella	*gracilis*	♀ ♂	R R	R	+	+	+	+	C	+	R R	R R	R	R	R
Microsetella	*norvegica*	♀									R R	R R			
Miracia	*efferata*	♀		R R			R R	+				R		R	R R
Copilia	*mirabilis*	♀ ♂		+	R	R	R	R R	R		R R		R	R R	
Copi.	*longistylis*	♀		+		R	R							R R	
Copi.	*quadrata*	♀ ♂				R R		R			R		R		
Sapphirina	*auronitens*	♂		R											
Sap.	*gastrica*	♀ ♂		+	R		R		R R		R			R	R
Sap.	*gemma*	♀ ♂		R	R		R								
Sap.	*nigromaculata*	♀ ♂			R	R		R	R		R			R R	R R
Sap.	*stellata*	♀ ♂			R		R	R R	R		R	R	R	R R	R R
Sap.	*darwinii*	♀				R R		R							
Sap.	*opalina*	♀			R R	R R									
Sap.	*intestinata*	♀					R R			R R			R		
Sap.	*angusta*	♀	R R	R	R					R R					
Corycaeus	*speciosus*	♀ ♂	R	R	+	+	+	C	R	+	+	R	+	R	R
Cory.	*lautus*	♂								R R	R R			R	
Cory.	*gibbulus*	♀ ♂	+	+	C	+	R	+	+	+	+	+	C	C	C
Cory.	*concinnus*	♂ ♀	+	R		R				R	R		R	R	R
Cory.	*longistylis*	♀	R R		R R					+	R				R
Cory.	*flaccus*	♀												R	
Cory.	*catus*	♀ ♂												R	
Cory.	*ovalis*	♀												R R	
Cory.	*crassiusculus*	♂ ♀	R										R R		
Oithona	*plumifera*	♀ ♂	+	C	C	C	C	C	+	+	+	+	C	+	+
Oit.	*nana*	♀ ♂				R R		R R	R	R R	+	+	C	+	+
Oit.	*decipiens*	♀		R				+		+	+	+	R	+	
Oit.	*robusta*	♀			R						R	R	R		
Oit.	*setigera*	♀									+		R		
Oncaea	*venusta*	♀ ♂	C	C	C	C	C	C	C	C	C	+	C	C	C
On.	*conifera*	♀			+				+	R					
On.	*mediae*	♀	+	+	+					R					
Pachysoma	*punctatum*	♀	R R	R											
Copepodite	stage		R R	R R	R R	R			R R	R R	R R	R R	R R	R R	R
Copepoda	nauplii		R	R	R	R	R R	R R	R R	R	R	+	+	R	R
Podon	*polyphemoides*											R R	R	R	R
Amphipoda	(*Phronima*)		R	R R	R						R	R	R	R R	R
Schizopoda	(*Euhausia* larvae)		R	R R	R			R R	R R	R R	R	R	R	R	R
Ostracoda	(*Cipridina sp.*)		R	R	+	R	R	R	R R	R R	R R	R	+	+	+
Oikopleura	*spp.*		R	R	R	+	+	R	R	+	R	+	+	+	+
Doliolum	*sp.*		R R		R	R R		R	R R	R R		R	R R		R
Salpa	*fusiformis*										R R				
Sagitta	*bipunctata*		R R	R R	R	R	R R		R R		R	R R	R R	R	R
S.	*serratodentata*		R R	R	R	R	+	R	R R	+	R	R	+	R	R
S.	*enflata*		R	+	R	+	R	+	+	R	+	C	C	+	+
S.	*regularis*		R R	R	R	+	R	R	R	R R	R R	R R		R R	R R
Pterosagitta	*draco*		R	R	+	R	+	+	R	R R	R	R	R	R	R
Sagitta	*spp.*		R R	R R	R	R R	R	R R	R R		R	R R	R R	R	R R
Polychaeta			R R		R	R R	R R	R		R R		R	R		R
Hydromedusae			+				R R								
Muggiaea	*atlantica*		R	R R	R	R		R R	R R		R			R	R R
Gastropod	larvae		R R	R		R R	R		R R	R R		R	R R	R R	R
Brachyuran zoea	larvae											R	R R		R R
Fish	larvae		R R	R R	R R						R R	R R	R	R R	R
Fish	eggs		R R	R R						R R		R R	R R		
Balanus	nauplius									R R		R R			

類では Amphipoda (*Phronima* sp.), Schizopoda (*Euhausia* larvae), Ostracoda (*Cipridina* sp.) が少量出現した。毛顎類では *Sagitta enflata* カギ、多量に, *S. seratodentata pacifica, S. regularis, Pterosagitta draco* が少量出現した。被嚢類では *Oikopleura fusiformis, Oiko. cophocera* が極めて少量, 幼体類では仔魚, 魚卵, *Bipinnaria larvae* が少量出現したが, 特に St. 1 では Hydromedusae が多く出現した。

(2) ニアス島近海 (St. 3～7)。植物性プランクトンでは前海域で出現した種類の外 *Chaetoceros peruvianus, Coscinodiscus sp., Rhizosolenia alata, Rizo. Bergonii, Stephanopyxis Palmeriana, Thalassiothrix longissima, Th. nitzschioides, Hemiaulus sp.* が新に出現したがその量は極めて少量である。原生動物では Foraminifera の出現は減少し Radiolaria の *Aulacantha* 属が少量ではあるが各地点に出現している。Dinoflagellata では *Ceratium carriense* の出現が増加したが, 前海域に多かつた *Pyrocystis pseudonoctiluca, Ceratium sumatranum* は減少又は消失している。*Ceratium* 属の出現種は増加し *C. tenue, C. karstenii, C. macroceros, C. massiliens, C. Bigelowii* が新に検出された。橈脚類の出現は７９種に及び, 中でも *Calanus vulgaris, Eucalanus subcrassas, Paracalanus aculeatus, Euchaeta marina, Scolecithrix danae, Temora discaudata, Acartia neligens, Acar. erythrea, Setella gracilis, Corycaeus speciosus, Cory. gibbulus, Oithona plumifera, Oncaea venusta* が多量出現した種類である。又この海域は *Sapphirina* 属の出現が他海域に比較して多い特徴がある。此等の外, 被嚢類の *Oikopleura* 及び毛顎類の *Sagitta* が前海域より多量出現した外は他の動物性プランクトンに於ては組成上の差異は認められない。

(3) スマトラ島南端海域 (St. 8)。植物性プランクトンの組成は (1) 海域に類似し極めて出現種に乏しいが, この地点のみに *Planktoniella sol* が僅少であるが出現し, 又 *Tricodesmium* の出現量増加の特徴が認められた。動物性プランクトンでは前の (2) 海域の組成及び出現比に大きな相違は認められなかつたが, Copepoda で *Calanns* 属, *Corycaeus* 属の出現種が増加している事が他海域と異つている。

(4) ジヤバ島中央部沖合 (St. 9)。植物性プランクトンの組成は (3) 海域と同様で *Tricodesmium* が多量出現し, 動物性プランクトンでは橈脚類が５５種出現しその内 *Eucalanus attenatus, Temora discaudata, Candacia curta* が此の地点で多量出現し, Oithona 属の出現種が多かつたことが特徴で, プランクトンの組成は隣接海域のバアリー, ロオムボオク島海域のそれとよく類似している。

(5) バアリー, ロオムボオク島南海域 (St.１０～１３)。動・植物性プランクトンの出現量が最も多かつた海域である。植物性プランクトンでは特に St. １０～１１ に多種類出現し *Chaeto. Lorenzianus, Chaeto. sp., Coscinodiscus gigas, Lauderia borealis, Biddulphia sinensis, Rhizosolenia setigera, Rhizo. Stolterfothii, Thalassiothrix Frauenfeldii, Thalassiosira subtilis, Hemiaulus Frauenfeldianum, Skeletonema costatum* が新に出現して２１種に及んだ。又 *Tricodesmium* の出現量も最高を示した。Dinoflagellata では *Amphisolenia bidentata, Ceratium extensum, C. pennatum, C. pulchellum, C. candelabrum* 等が新に出現し２２種に及び, *Pyrocystis pseudonoctiluca, Ceratium carriense, C.sumatranum, C. inplexum* が出現度の高かつた種である。橈脚類の出現種も多く, ９９種に及びその中 *Eucalanus subcrassus, Eu. mucronatus,*

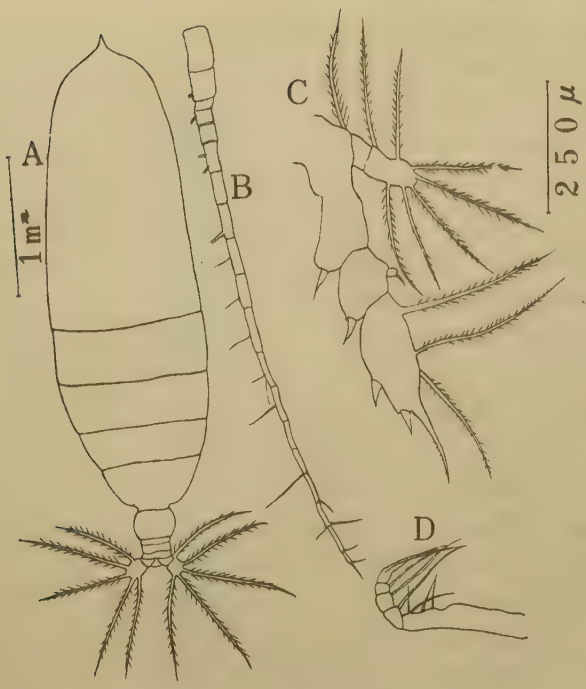


Fig 3. *Haioptilus acutifrons*,
A.Dorsal view. B. 1st antenna.
C. 4th foot. D. 1st maxillipede.

Calocalanus pavo, *Euchaeta marina*, *Euchirella galeata*, *Acartia neligens*, *Acar. erythrea*, *Corycaeus gibbulus*, *Oithono plumifera*, *Oit. nana*, *Oit. decipiens*, *Oncaea venusta* が出現度の高かつた種類である。亦暖流性の *Haloptilus acutifrons* (Fig. 3), *Halo. ornatus* がこの水域のみに少数出現した。

被嚢類では *Oikopleura* 属が多量出現し，毛顎類では *Sagitta enflata* が優勢に出現した。特に葉脚類では沿岸性の *Podon polyphemoides* が少量ではあるが出現したこと丶，介殻類の *Cipridina sp.* 及び裂脚類の *Euphausia larva* が他海域より出現度が高かつたことは本海域の特徴と認められる。又各地点に仔魚，魚卵，*Brachyuran zoea larva* が出現したが，この海域は水族の産卵場とも推定される。

以上の結果から調査海域に於けるプランクトン組成の特徴は，総括的に橈脚類が量的に重要な位置を占め，特にその出現種類の極めて多かつたこと，量的には少なかつたDinoflagellataの出現種類の多かつたこと，被嚢類，毛顎類の多くのものが出現したこと丶，植物性プランクトンではDiatomの出現が極めて貧弱であつたこと等が挙げられよう。プランクトン量についてその沈澱量から(Table. 1)，バリー，ロムボオク島近海の沈澱量は他の調査水域のそれと比較すれば遙かに多く，特にロムボオク島近海のSt. 10では10.1 cc を示し，その組成は殆んど橈脚類により占められ最高量を示した。ニアス島近海では最小量を示し1.8～3.1 cc であつた。たゞ同水域のSt. 5では7.6 cc を示したのは例外で，これは大型プランクトンの被嚢類が混在したことに起因する。

之を要するに各海域毎にプランクトンの出現種並びに出現量にはある移度の相違が認められるが，総体的に北部海域より南部海域がプランクトンの種類及び量が多いことが認められた。これは佐藤('55)が該海域の海況について報じた様に，上層部の水系が北部海域では赤道反流の影響を受け，南部海域ではオーストラリヤ沿岸から北に流流する栄養分の多い沿岸水帯によるものであると思考する。植物性プランクトン中特にDiatomの出現が少なかつたことは，使用したネットの網目(No. 4 に該当)が大きいことにもよるが，T. A. Kow ('53)が，シンガポール海峡の予備調査で報告した様にプランクトンの季節的消長と相俟つて冬季は植物性プランクトンの勢力が減少する為とも考えられる。

IV 橈脚類の雌雄性

出現した橈脚類は総種数１２１種で，その中雌雄共に出現した種は５２，雌のみの種が５４，雄のみの種が１５であつた。冬期に於ける当水域の種による雌雄の出現状態は，雌雄出現率が殆んど同率をホす生殖時期に該当する種を除いては，雌のみ出現する種が雄のみの場合より遙かに多く観察された。G. O. Sars（'２５），M. Rose（'３３）は Monaco plankton の報告で，雌のみにより新種として記載したものが，１００種以上にも及んだが，之に対し C. B. Wilson（'５０）は雌のみの記載では，新種としては雄の特徴を缺くこと丶，種の混同を招来する恐れがある等の理由から，不充分であるとした。著者等も雄の外部形態が雌のそれと比較して，第１触角，第２触角，第５脚，又肢その他の部分に著しい特徴を認めるにも拘らず，雌のみ出現した場合に屢々遭遇し，反対に亦雄のみ出現したこともあつたが，これ等のことは，生殖期に該当するものを除いては，その棲息層が雌雄により異るか或は同定の不徹底に帰因するものかと考えられる。当水域に於いて雌雄共出現した種を挙げれば次の通りである。即ち，*Calanus vulgaris*, *Cal.helgolandicus*, *Cal. darwinii*, *Cal. minor*, *Eucalanus subcrassus*, *Eu. attenautus*, *Eu. mucronatus*, *Rhincalanus cornutus*, *Rh. nasutus*, *Acrocalanus gibber*, *Paracalanus aculeatus*, *Para. parvus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Clausocalanus pergeus*, *Euchaeta flava*, *Eu. marina*, *Eu. plana*, *Eu. wolfendeni*, *Eu. concinna*, *Calanopia elliptica*, *Scolecithrix danae*, *Temora discaudata*, *Labidocera pavo*, *Lab. detruncata*, *Pontellina plumata*, *Centropages furcatus*, *Cent. bradyi*, *Candacia discaudata*, *Cand. curta*, *Cand. truncata*, *Cand. pachydactyla*, *Acartia clausi*, *Aca. neligens*, *Aca. erythrea*, *Setella gracilis*, *Lubbockia sguillimana*, *Copilia mirabilis*, *Co. quadrata*, *Sapphirina gastrica*, *Sa. gemma*, *Sa. nigromaculata* *Sa. stellata*, *Corycaeus speciosus*, *Cory. gibblus*. *Cory. concinnus*, *Cory. catus*, *Cory. crassiusculus*, *Oithona plumifera*, *Oit. nana*, *Oncaea venusta*, *Clytemnestra scutellata*.

V 生　　殖

生殖時期の判定については種々あろうが，著者等は遠洋性浮游橈脚類に関しては，次に述べる各標徴が認められた場合に限り生殖時期に該当するとした。即ち雌に於ては１．卵巣内に卵或は卵塊を形成するもの，２．生殖節に雄の精嚢が附着しているもの，３．体外に卵或は卵嚢が附着しているもの，４．卵嚢及び精嚢が附着しているもの，５．交尾中のもの（遠洋性橈脚類では容易には観察されない），６．胸肢に卵が附着しているもの，雄に於ては １．生殖節に精嚢を携行するもの，２．第５脚に精嚢が附着するもの，３．交尾中のもの，４．体内に精嚢を形成するもの，前記の種の内抱卵中のものは *Euchaeta marina*, *Eu. wolfendeni*, *Eu. flava*, *Eu. concinna*, *Calanus darwinii*, *Haloptilus longicornis*, *Oncaea venusta*, *On. media*, *Miracia efferata*, *Setella gracilis*, *Corycaeus catus*, *Cory. gibbulus*, *Cory. speciosus*, *Oithona plumifera* の１４種であつた。雌が雄から精嚢を受けたものに，*Calanus darwinii*, *Cal. vulgaris*, *Cal. helgolandicus*. *Haloptilus longicornis*, *Centropages furcatus*. *Euchaeta wolfendeni*, *Candacia truncata*, *Scolecithrix danae* の１１種で，雄が未だ生殖節に精嚢を有するものに *Euchaeta flava*, *Euch. marina*, *Candacia bispinosa*, *Centropages furcatus*, *Corycaeus crassiusculus* の５種が観察さ

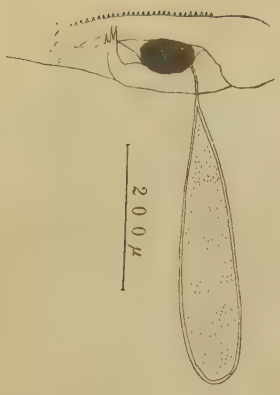


Fig 4. Showing the 5th foot with spermatophore of *Euchacta marina*.

れた。雄の第5脚に精嚢を携行するものには，*Euchaeta marina* (Fig.4)，*Eu. flava, Calanus vulgaris* の3種が見られた。以上からスンダ水域に於ける12月，1月に生殖時期が該当する種は合計20種を挙げることが出来る。

次に抱卵様式について述べると，著者等は海産橈脚類の卵を分類するに，Gymnoplea の *Calanus tenuicornis, Euchaeta marina, Euch. flava, Euch. wolfendeni* 等の携行する経 200μ 以上の卵を大型卵，*Eurytemora pacifica* の携行する様な 100～200μ のものを中型卵，Podoplea の多くのものが携行する100μ 以下のものを小型卵としている。*Euchaeta marina* は抱卵数の多いものでは12個，少いもので2個で，個体により抱卵数に大差が認められ，卵は大型卵で経 200～250μ を測定した。*Euchaeta wolfendeni* は280～310μ，*Euch. flava* では220～260μで，これらは何れも生殖孔から卵を放下するものである。

Miracia efferata (Fig.5) は *Setella gracilis, Microsetella rosea* に類似するが，本種は頭端に大きなレンズ眼2個を有することから，後者とは容易に区別出来る。これは本邦では未報告のもので，中型卵に属し携行卵数は少く，4～6個で経168～190μであつた。

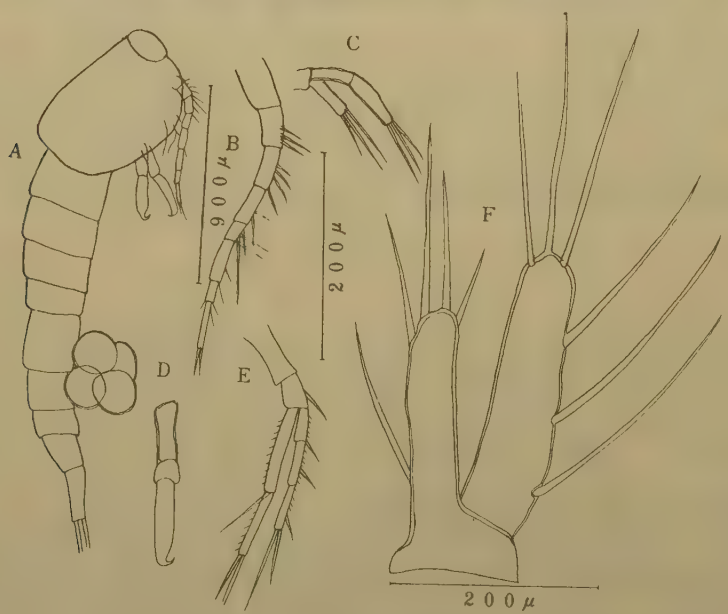


Fig 5. *Miracia efferata*. Female.
A. Lateral view with egg-sac.　B. 1st antenna.
C. 2nd antenna.　D. Maxillipeda.
E. 1st. antenna.　F. 5th foot.

Setell gracilis は2個の卵嚢を生殖節に携行し，卵数は極く少く，1個の卵嚢中に卵3個宛を有し，中型卵で経150～170μであつた。

Haloptilus longicornis (Fig.5) は卵巣内に卵塊2を有し，卵数は各10～20個で中

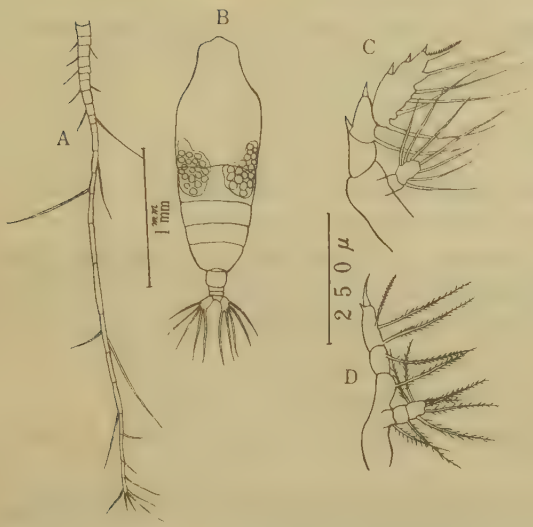


Fig. 6. *Haloptilus longicornis*, Female.
A. 1st antenna. B. Dorsal view.
C. 4th foot. D. 5th foot.

型卵に属し，経１００～１５０μで，本種は生殖孔から逐次放下するものと考えられる。

小型卵に属するものでは *Oithona plumifera* が経５０～１００μ，*Corycaeus catus*が５０～９０μ，*Oncaea venusta*が１５～２５μ，*On. media* が２５～４０μで何れも生殖節に卵塊を携行している。以上から橈脚類の体長と抱卵数の間の関係は，一般に体長の大なる大形橈脚類は抱卵数の少い大形卵を携行するといい得よう。

VI 要　　約

本調査はスンダ列島西岸域の冬季に於けるプランクトンの分布について行つた。プランクトン量は赤道反流の影響を受ける北部海域より沿岸水帯の影響を受ける南部海域が多い。北部海域で多量出現した種は *Pyrocystis pseudonoctiluca, Ceratium carriense, Calanus darwinii, C. vulgaris, Eucalanus subcrassas, Paracalanus aculeatus, Euchaeta marina, Scolecithrix danae, Temora discaudata, Acartia neligens, Acar. erythrea, Setella gracilis, Corycaeus speciosus, Cory. gibbulus, Oithona plumifera, Oncaea venusta, On. media, Sagitta enflata* である。南部海域で出現量の多かつた種は *Tricodesmium sp., Aulacantha scolymantha, Pyrocystis pseudonoctiluca, Ceratium carriense, C. sumatranum, C.inflexum, Eucalanus subcrassas, Eu. mucronatus, Euchaeta marina, Scolecithrix danae, Acartia neligens, Acar. erythrea, Corycaeus gibbulus, Oithona plumifera, Oit. nana, Oit. decipiens, Oncaea venusta, Copepoda nauplii, Cipridina sp., Oikopleura sp., Sagitta enflata* である。Copepoda の出現種は極めて多く１２１種に及んだ。この内５２種が雌雄共に出現し，５４種が雌のみ，１５種が雄のみ出現した。１２月～１月が生殖時期に該当した種は *Euchaeta marina, Eu. wolfendeni, Eu. coninna, Eu. flava, Calanus darwinii, Haloptilus longicornis, Oncaea venusta, Miracia efferata, Setella gracilis, Corycaeus catus, Cory. crassiusculus, Cory. gibbulus, Oithona plumifera, Calanus vulgaris, Cal. helgolandicus, Centropages longicornis, Cen. furcatus, Candacia bispinosa, Can. truncata, Scolecithrix danae* の２０種である。更に本邦で未報告の *Miracia efferata Pachysoma punctatum* 及び暖流性と思われる *Haloptilus longicornis, Hal. acutifrons* が出現した。プランクトン量はロムボオク近海が最高を示し，ニアス近海では最小を示した。プランクトン組成は橈脚類が重要な位置を占め，次いで被嚢類，毛顎類，各種幼体があつた。

橈脚類出現度の高かつたのは上記の生殖時季に該当する種の中，*Haloptilus longicornis* 及び *Miracia efferata* を除いた以外のもので占められた。

文　　献

1) SEWELL, S.B. : 1929. The Copepoda of Indian Seas. Mem. Ind. Mus. **10** (1), 1～221.

2) ———— : 1932. Tho Copepoda of Indian Seas. Idem **10** (2), 223～407.

3) ———— : 1933. Notes on a Small Collection of Marine Copepoda from the Malay States. Bull. Raffles Museum, Singa pore, 8.

4) WILSON, C.B. : 1932. The Copepods of the Woods Hole region Massachusetts. Smit. Ins. U. S. N. Mnls., **158**, 284～286.

5) ROSE, M. : 1933. Copepodes Pelagigues, Faunede France, 26.

6) ALLEN, W. E. & E. E. Cupp : 1935. Plankton Diatoms of the Java Sea. Ann. du Jardin Botanigue de Buiten zorg, **44** (2).

7) JESPERSEN, P. : 1935. Quantitative investigations on the distribution of macroplankton in differenf Oceanic regions. Dana-Report, **8**, 24～29.

8) TANAKA, O. : 1936. On Some New Species of Copepoda from Sagami Bay. Jap. Jour. of zoology. **7** (1), 31～36.

9) DELSMAN, H.C. : 1939. Preliminary Plankton Investigations in the Java Sea. Treubia, **17** (2).

10) Uchida, T. : 1947. Some Medusae from the Central Pacific. Jour. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. Ser. VI, Zoology, **9** (3), 297～319.

11) WILSON, C. B. : 1950. Contribution to the Biology of the Philippine Archipelago and Adjacent Regions Copepods gathered by the United States Fisheries Steamer "Albatross,, from 1887 to 1909, Chiefly in the Pacific Ocean. U.S. Mus. Bull. 100, **14** (4), 141～441

12) KOW, T. A. : 1950. The Food and Feed and Feeding Relationship of the Fishes of Singapore Straits. Col. Off. Fis. pub. **1** (1) 6～10.

13) ———— : 1953. A Preliminary study of the Physical, Chemical and biological Characteristics of Singapore Straits. Idem **1** (4), 18～42.

14) TOKIOKA, T. : 1951. Pelagic Tunicates and Chaetognaths collected during the Cruises to the New YAMATO BANK in the Sea of Japan. Seto Mar. Bio. Lab. **2** (1), 1～25.

15) ———— : 1952. Chaetognaths of the Indo-Pacific. Idem, **25** (1～2), 307～316.

16) 鶴田・千葉：1954. 中部太平洋鮪漁場のプランクトンについて. 水講研報, **3** (3), 47～54.

17) 千葉卓夫：1954. 橈脚類 Calanus darwinii の形態特に生殖器官に関する二三の観察. 水講研報 **3** (3), 35～38.

18) 佐藤猛郎：1955. スンダ列島西岸域の海況 (1). 水講研報, **4** (1), 1～22.

アコヤガイの環境変化に対する抵抗性の研究

(2) 心臓の搏動について※

小林博

Studies on Resisting Power of the Pearl Oyster, *Pteria (Pinctada) martensii* (DUNKER), against Changes of Environment.

(2). On the Heart Beats.

By

Hiroshi KOBAYASHI

The effects of temperature, pH, and osmotic pressure on pulsation of isolated heart of the pearl oyster, *Pteria (Pinctada) martensii* (DUNKER), were investigated quantitatively by suspension method in sea water. Taking the heart beat as an indicator of vital forces of the bivalve, suitable conditions or tolerant properties of the oyster for the above mentioned environmental factors were estimated.

1) The relations between number of the heart beat in unit time and temperature in various periods were studied by applying Arrhenius's formula. The values of μ, temperature characteristic of Crozier, are given in Table 1.

2) The standard deviation and deviation coefficient of the heart beats at each temperature were calculated (Table 2). In summer a temperature of about 24°C, which seems to be optimum for culture of the oyster, mostly gave the smallest value for the deviation coefficients.

3) Judged from lower threshold temperature for heart beat and such temperatures as related to continuance of irregularity or regularity of the heart beat (Fig.4), tolerance of the oyster for lower temperatures seems to be greater in winter than in summer. Consequently tolerance of the oyster should be looked upon from viewpoint of adaptation for temperature as well.

4) Although suitable and optimum temperatures for culture of the oyster change with season, the results shown in Fig. 4 and the data fitted to Arrhenius's formula point to the conclusion that a temperature range from about 12°C to about 24°C which is good for maintenance of regularity of heart beat all year round meets requirements for the oysters to lead their life.

5) With a vitw to clarify the effects of pH on the heart beats, works done by the heart of the oyster (number of beat per minute × amplitude of contraction) were measured over 50 hours at various pH values. When pH is below 6.4, the relative works of the heart beats decrease remarkably; therefore, pH values below

※ 水産講習所研究業績 第121号，日本真珠研究所研究報告 第39号．

6.4 are perhaps not suitable for life of the oyster.

6) Lowering of osmotic pressure was attained by diluting sea water ($\sigma_{15}=1.02450$) with distilled water. The effect of the diluted sea water on the heart beats began to appear with 70% sea water when suddenly given, but it became apparent with 50% sea water when administered by degrees. Suspension of beats occurred in 50% and 30% dilutions respectively. These results stand in discrepancy with those obtained by Kawamoto. Possibly such inconsistency is due to different environmental conditions on both sides. It may be mentioned that the mollusk has been adjusted to laboratory conditions before experiments by the present author.

緒　　言

心臓の搏動は固定したものでなく，生体の環境の変化に即応して，可逆的な生理変化を表わす。従つてアコヤガイの心臓搏動を，介の生活力を表現する一つの指標として考究することは，アコヤガイの環境変化に対する抵抗性を基礎づけるのに意義があると思う。

二枚介の心臓生理に関する研究は古くから行われ多くの人の業績があるが，特に畑井[1]，高槻[10],[11]，小久保[3]，松井[7]等はカキの摘出心臓を用い，これに対する温度，pH，稀釈海水などの影響を詳細に報告している。アコヤガイに就いても稀釈海水の心臓搏動に及ぼす影響が最近報告された[2]。

著者はアコヤガイの養殖と輸送に対する好適条件を明らかにするために，アコヤガイの生活力を鰓の繊毛運動，心臓の搏動，閉殻筋の強さなどから攻究し，水温，滲透圧，pH など外囲の主要な環境条件の変化に対する介の抵抗力を調べている。既に鰓の繊毛運動に就いては発表したので[6]，今回は心臓搏動に及ぼす温度，pH，稀釈海水の影響についての実験結果を報告し，特に環境変化に対する抵抗性に季節的変化のあることを，温度に対する反応に於いて述べたい。尚鰓の繊毛運動の結果との比較は次の機会に譲り，本報告では心臓搏動に関するものに留めた。

材料及び方法

実験に使用したアコヤガイ *Pteria* (*Pinctada*) *martensii* (DUNKER) は１９５１年８月及び１９５２年１２月に夫々山口県外海水産試験場より供給を受け，これを下関市吉見海岸で飼育し，逐次実験に供したものである。介の年令は２～３年，殻高は１０～１２cmであつた。

実験には摘出した心臓を，１００cc の海水を入れたビーカー内に懸垂して，その律動をキモグラフイオンに描画し，１分間の搏動数及び搏動の振幅を測定した。温度に対する実験の場合はこのビーカーを水の入つた容器中に置き，容器の水の温度を上下させることによつて，ビーカー内の心臓に温度の変化を与えた。pH 及び稀釈海水に対する実験の場合はビーカーを恒温槽中に保ち，同温度の被検液でビーカー内の液を入れ換えることによつて夫々の変化を与えた。尚川本に依れば*，アコヤガイの心臓は両方の心房が可成り開いているので摘出が非常に困難の様であるが，著者は次の様にして行つた。即ち注意して囲心腔壁を切開し，絹糸で先す

* 川本先生の私信による。

心室の外端を結繋する，すると心室は収縮し，心房は拡張する，この時速やかに他の一本の絲で心房の外端を出来るだけ開心腔壁に近い所で結繋する，そして結繋の外側を夫々切断して心臓を体外に取り出す。然し斯くして摘出した心臓でも心房の部分の縛り方が悪いためか，或は心臓の内圧が足らないためか長時間搏動を続けないものや，全然搏動を起さないものがあつた。従つて摘出後２４時間を経過しても尚極めて規則正しく律動的に搏動している心臓のみを実験に供した。

実験及び結果

I. 温度の影響

１） 搏動状態の一般的観察並びに搏動数と温度との関係 ： 実験を冬（１９５１年１２月），春（１９５３年５月），夏（１９５３年８月）の各季節に行つて搏動に及ぼす温度の影響の季節的差異を見た。温度変化の方法は，冬期の場合は常温（１５°C）より搏動が停止するまで除々に冷却し，それから約１０分間に１°C の割合で昇温させた。春夏の場合は常温（２０°C

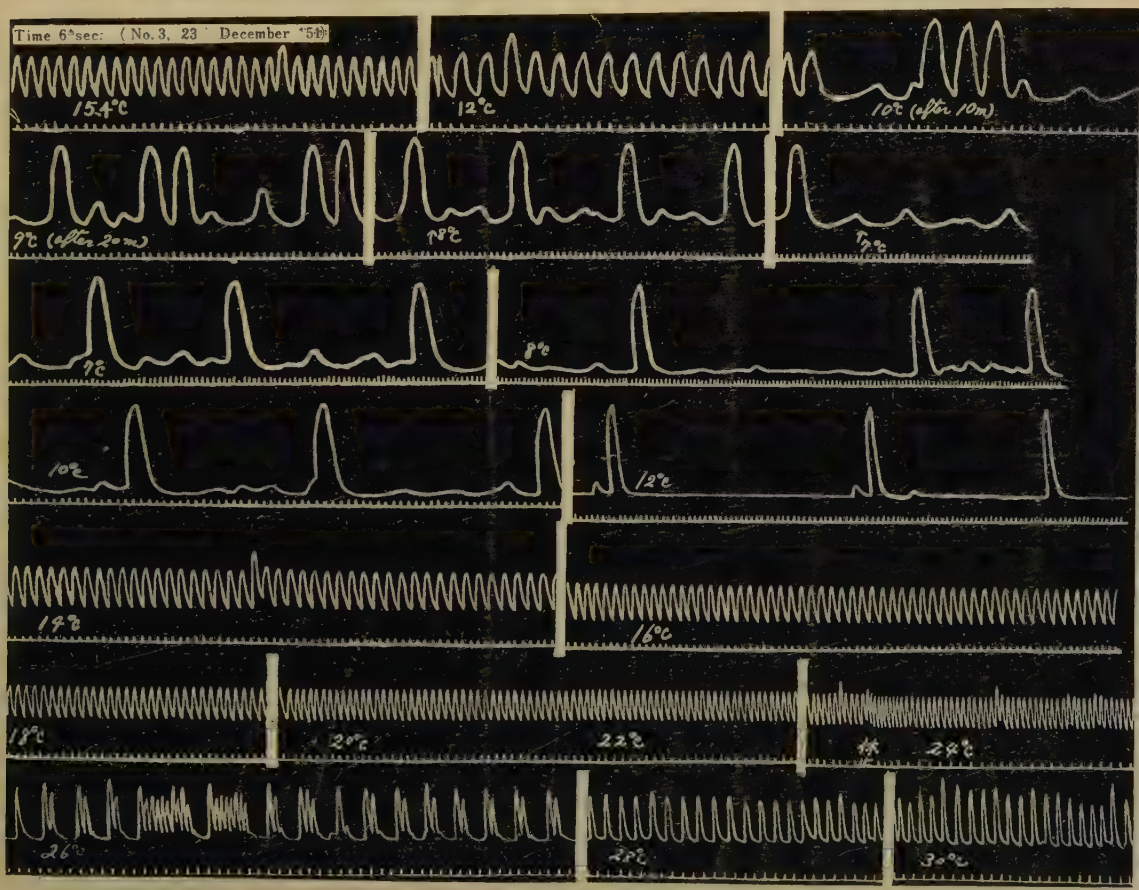


Fig. 1. Showing the relation between temperature and heart beats of the pearl oyster in December. At first the temperature was lowered from the room temperature, 15.4°C, until the heart beats stopped, then the temperature was slowly raised.

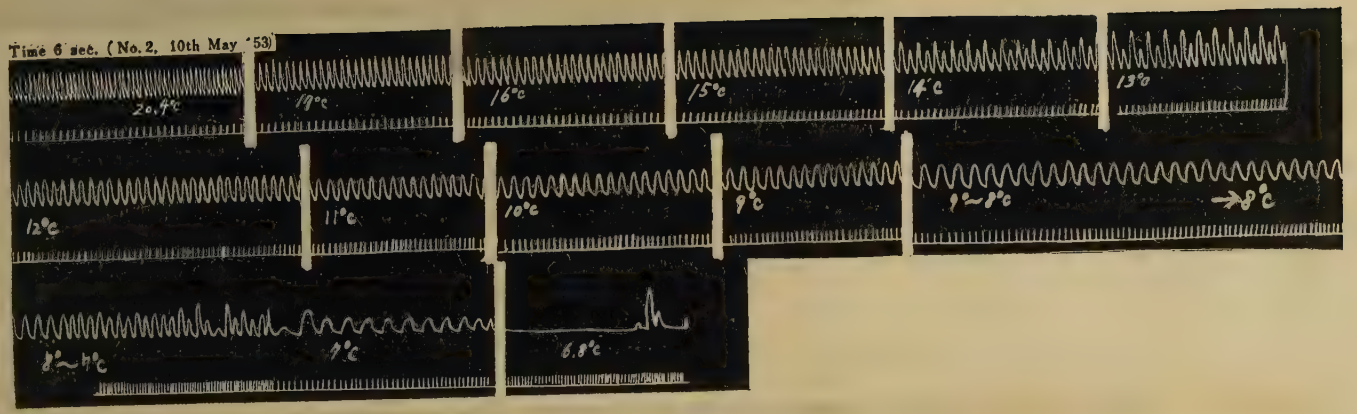


Fig. 2. Showing the relation between temperature and heart beats of pearl oyster in May. The temperature was slowly lowered from the room temperature, 20.4°C, until the heart beats stopped.

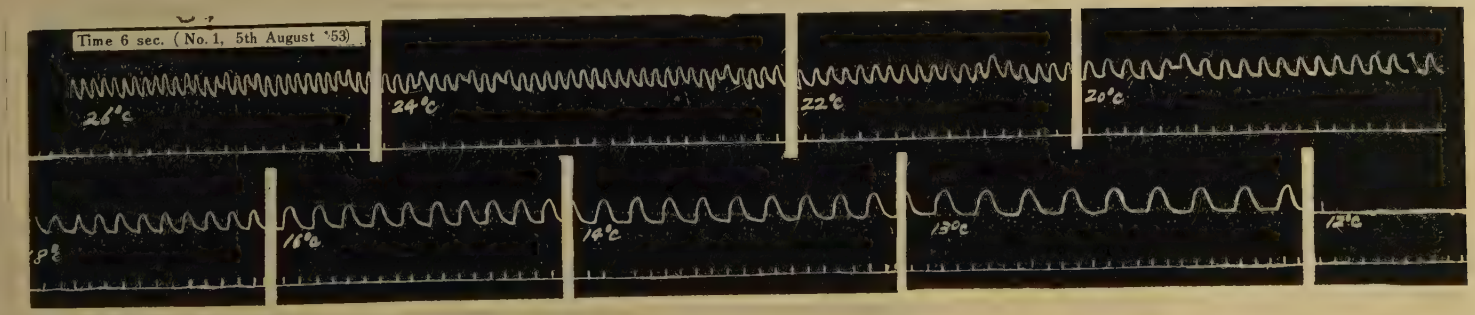


Fig. 3. Showing the relation between temperature and heart beats of pearl oyster in August. The temperature was slowly lowered from the room temperature, 26.°C, until the heart beats stopped.

及び２８°C）から冬の場合と同じく約１０分間に１°C の割合で降温させた。此の様にして各温度に１０分間馴らしてから，夫々の温度に於ける搏動状態を記録した。各温度に於ける温度誤差は±０．１°C である。使用した心臓個数は各実験共５～７個で，以下に述べる数値は其の平均値である。

先ず搏動状態の一般的観察について述べると，規則正しく搏動している心臓は温度の下降に従つて一般に搏動数の減少を明らかに示し，振幅，筋の緊張の著しい変化はない。然し或る一定の温度（例えば冬期では１２～１３°C，春期では８～７°C，夏期では１３°C）を越えて低下すると，搏動の規則性が乱れ，振幅は大小様々となり，筋緊張は著しく低下する（第１，２，３図）。反対に搏動が停止した低温度から，除々に上昇させた場合は，冬期実験では先ず不規則な搏動が表われ，次いで １３～１４°C で規則正しい搏動が始る。そして高温に進むに従つて，搏動数の著しい増加が見られ，更に ２２～２４°C 附近より搏動に５～１０分間位の休止期間が表われ，それより ３～５°C 高まると搏動が２～５回起つてから２０～６０秒休止して又２～５回の搏動が起るという律動の異常な状態（第１図）が週期的に繰り返えされる。そして温度の上昇と共に此の休止期が短くなり，数個の律動は１つの大きな律動に包括される。即ち，斯くして或る程度高温になると却つて心搏数の減少が表われる。尚振幅の増大を来すと共に筋の緊張が著しく増大し遂に高温で収縮性停止になる。

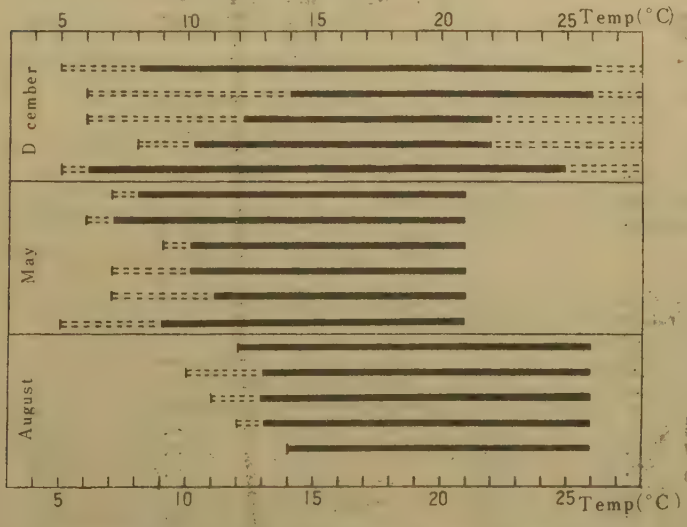


Fig. 4. Showing status of the heart beats of pearl oyster in relation to the tmperature in each experimental period. The temperature causing of the suspengion, irregularity(broken line), and regularity (unbroken line) of the heart beats are shown.

以上述べた様な搏動状態の変化が表われる温度は季節的に著しく変化し，同時に個体的にも可成り差異が認められた。第４図に此等の変化の状態を測定全心臓について示した。即ち，図には各季節に就いて搏動の規則正しく持続される温度範囲が略々明瞭に示されている。又春及び夏は常温より低温側の実験のみではあるが，搏動の規則性の消失する温度並びに停止の温度が冬期より高く，夏期は春期より一層高温であつた。これに対して高温側では冬期は夏期より不規則な収縮を形成する温度が低いことが特に注目された。

次に搏動数と温度との関係については，各季節別の実験毎に１分間の搏動数の対数を絶対温度の逆数に対して図示すると（第５図），１０°C 附近に臨界点をもつて夫々直線的関係が得られた。従つて温度による心臓搏動の変化がよく Arrhenius の式に適用されることが理解されるので此等の直線式及び温度特性 μ の値を求めると 第１表 の様になる。又心搏数の測定値の標準偏差，変異係数，Arrhenius の式から求めた計算値並びに測定値との差を夫々第２表

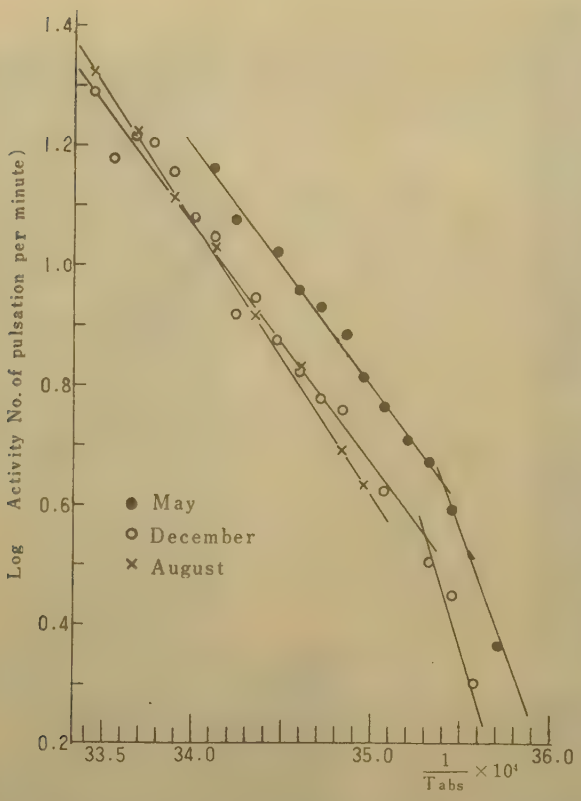


Fig. 5. Showing application of Arrhenius' s formula to the activity of the heart beats of pearl oyster in each experimental period. The abscissa represents the reciprocal of the absolute temperature.

に示した。又 van't Hoff の式から Snyder によつて導かれた温度係数 Q_{10} を計算した結果を第3表に示した。

2）温度の上昇と下降時に於ける搏動の差異：温度を下降させて行く場合の搏動数と，下降させたものを上昇させて行く場合の搏動数の差を調べた。実験は1953年8月に行い，温度は前記1）の場合の如く常温（28°C）より除々に下降させて，低温（12°C）で停止してから再び順次上昇させた。この上昇，下降の時の搏動の差異は第6図に示す如く搏動恢復温度は停止温度より高く，且つ上昇の場合が下降の場合より搏動数が多い。然し振幅には著しい変化は見られない。尚心搏数の差異は常温に戻つた時消失した。

3）低温作用時間と恢復との関係：実験は1953年5月に行つた。常温で摘出心臓の搏動を記録してから，除々に温度を下降さ

Table 1. Observed values, standard deviation and variation coefficient of heart beat per minute of the pearl oyster in relation to temperature, and values of heart beat calculated by Arrhenius's formula is also tabulated.

Period of exp.	Temp. °C	No. of heart beats (obs.)	Standard deviation	Variation coefficient	No. of heart beats (calcu.)		Difference
August	13	4.2	2.77	66.2		4.4	−0.2
	14	4.9	2.09	42.8		5.0	−0.1
	16	6.7	2.35	35.1		6.4	0.3
	18	8.2	2.06	25.2		8.2	0
	20	10.7	1.77	16.6	$\mu=20,400$	10.5	0.2
	22	12.9	1.31	10.2		13.2	−0.3
	24	16.6	0.54	3.3		16.6	0
	26	21.0	0.85	4.1		20.9	0.1
May	7	2.6	—	—		2.6	0
	8	3.3	0.46	14.2	$\mu=18,200$	3.2	0.1
	9	3.9	0.49	12.7		3.9	0
	10	4.7	0.47	10.1		4.7	0
	11	5.1	0.40	7.9		5.2	−0.1
	12	5.4	0.81	15.1		5.9	−0.5
	13	6.5	0.98	15.1		6.6	0.1
	14	7.8	1.04	13.4		7.3	0.5
	15	8.5	1.24	14.6	$\mu=32,400$	8.1	0.4
	16	9.1	1.88	20.7		9.0	0.1
	17	10.5	1.00	9.5		10.1	0.4
	18	—	—	—		11.4	—
	19	12.0	1.30	10.9		12.5	−0.5
	20	12.5	1.73	13.9		14.1	−1.6

December	8	2.0	1.21	60.5	μ=37,800	2.0	0
	9	2.8	1.28	46.0		2.6	0.2
	10	3.2	1.32	41.5		3.3	−0.1
	12	4.2	0.28	6.7		4.4	−0.2
	14	5.7	0.57	10.2		5.5	0.2
	15	6.0	—	—		6.1	−0.1
	16	6.6	0.62	9.4		6.9	−0.3
	17	7.5	—	—		7.6	−0.1
	18	8.8	1.25	14.2		8.5	0.3
	19	8.3	—	—		9.5	−0.2
	20	11.1	1.47	13.3	μ=18,300	10.7	0.4
	21	12.0	—	—		11.7	0.3
	22	14.3	1.39	9.7		13.1	1.2
	23	16.0	—	—		14.4	1.6
	24	16.4	1.80	11.0		16.0	0.4
	25	15.0	—	—		17.8	−2.8
	26	19.5	0.71	3.6		19.7	−0.2

Table 2. Arrhenius's formula and μ, temperature characteristic of Crozier, in each range of temperatures. f; number of heart beat per minute, T; absolute temperature.

Period of experiment	Range of temperature	Arrhenius's formula	μ
May	7—— 9°C	$ln\ f = -16{,}200\ \frac{1}{T} + 58.81$	32,400
	10——20°C	$ln\ f = -\ 9{,}100\ \frac{1}{T} + 33.69$	18,200
August	13——26°C	$ln\ f = -10{,}200\ \frac{1}{T} + 37.15$	20,400
December	8——11°C	$ln\ f = -18{,}900\ \frac{1}{T} + 67.96$	37,800
	12——26°C	$ln\ f = -\ 9{,}150\ \frac{1}{T} + 33.58$	18,300

Table 3. Values of the temperature coefficient Q_{10} of number of heart beat against temperature.

	Temperture °C.	Q_{10}	Temperature °C.	Q_{10}
August	13 —— 18	3.8	16 —— 26	3.1
	13 —— 20	3.8	18 —— 24	3.3
	13 —— 22	3.5	18 —— 26	3.2
	14 —— 24	3.4	20 —— 26	3.1
May	7 —— 17	4.0	10 —— 20	2.7
	7 —— 12	4.3	11 —— 16	3.2
	8 —— 13	3.7	12 —— 17	3.8
	9 —— 14	4.0	14 —— 19	2.4
	9 —— 19	3.1	15 —— 20	2.2
	10 —— 15	3.3		
December	8 —— 18	4.4	15 —— 20	3.4
	9 —— 14	4.2	15 —— 25	2.5
	9 —— 19	3.0	16 —— 21	3.3
	10 —— 15	3.5	16 —— 26	3.0
	10 —— 20	3.5	17 —— 22	3.6
	12 —— 17	3.2	18 —— 23	3.3
	12 —— 22	3.4	19 —— 24	3.9
	14 —— 19	2.1	20 —— 25	1.8
	14 —— 24	2.9	21 —— 26	2.7

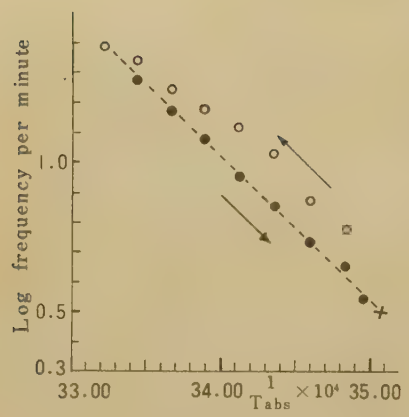


Fig. 6. Showing the difference of the heart beats in lowering and raising of the temperature. The ordinate represents the logarithm of the number of the heart beat per minute. The abscissa represents the reciprocal of the absolute temperature. The cross indicates the ceasing temperature causing suspension of the heart beats.

せ搏動が全く停止してから，心臓が懸垂されたビーカーをそのまゝ搏動停止温度である 6～7°C に調節した氷室中に保持した。其の後一定の時間毎に順次取り出し，室温に１２時間順応させた後其の搏動状態を再びキモグラフに記録した。そして心臓の活動力を心臓のなす仕事量* で表わし，冷却前の仕事量に対する%で恢復状態を表示した（第４表）。対照実験の結果と共に示した第４表に依ると，低温作用２４時間以上からは恢復が見られなかつた。

II. pH の影響

海水に 1/10N. の HCl 及び NaOH を加えて種々の値の pH 液を調製し，これらの pH 値の測定を比色法（B.T.B., P.R., T.B., M.R.）に依つた。尚此の場合冨田[12] のいう gas control を行つて CO_2 の影響が無い様に注意した。実験は１９５３年３月及び１９５４年４月に，２２～２３°C の範囲で行つた。単にビーカー内の海水の入れ換えのみにより，

Table 4. Influence of cold temperature on heart beats of the pearl oyster.

Duration of exposure to cold temperature (hr.)	Before exposure		After exposure		Relative work % (work before exposure = 100)
	Freq.	Ampli.	Freq.	Ampli.	
3	5.7	5.7	9.7	5.0	74
6	10.5	5.0	9.7	5.1	94
12	12.8	5.0	8.5	6.0	79
16	14.0	7.2	11.5	7.1	81
21	10.9		9.0		83
24	9.0		0		0
Control 1	11.6	5.0	11.6	4.2	84
Control 2	11.0	3.6	11.4	3.0	86
Control 3	11.6	5.0	9.0	6.5	101

Notes : Freq., number of heart beat per minute.
Ampli., amplitude of contraction (mm).
Controls 1, 2 and 3, relative work after 11 hrs., 20 hrs., and 35 hrs. respectively.

これが刺戟となつて一時心搏数の増加，振幅の増大が見られるが，此等の変化は１５～２０分後には元に復する事が認められた（第７図）。従つて pH 及び次に述べる稀釈海水の影響に関する実験の場合は共に，被検液を作用させてから２０分後より測定を初めた。

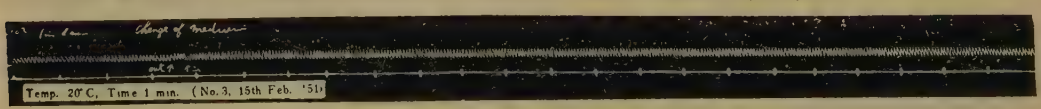


Fig. 7 Showing the influence of alternation of the medium, in which the heart is immersed. The influence disappeared in 20 min. after the alternation.

* 此の場合，１分間の搏動数と振幅との積を心臓のなす仕事量とした。従つて心臓の重量，内圧などを考慮していないから，真の意味の仕事量を表わさない。然しすべて初めのそれに対する%で表わしてあるから，これをもつて心臓の活動力を比較することは出来ると思う。尚実験に当つては勿論，槓杆の拡大率を一定にし，且つ重量の略々一定した槓杆を使用した。

pH の調製は HCl で行つたから，若し心筋に対する HCl の滲透が緩慢の場合は，短時間の測定では心搏に及ぼす pH の影響を知ることが不充分に思われるので，５０時間以上に亘つて観測を行つた。活動力の表現は前項同様心臓のなす仕事量を用い，普通海水中に於ける仕事量に対する比（％）で表わした。結果は pH が増大した場合には，対照に比して著しい変化は認められないが（第９図），pH が減少した場合には pH７．０ 以上では仕事量は対照実験（pH ７．９）の場合より寧ろ増加を示し（第８図），pH６．６以下で影響が現はれ始め，pH６．２では活動力が３０％，pH５．７～５．４で１８～２０％ まで低下している。又pH６．４で２５時間後には既に搏動の停止したものも認められた。搏動停止の pH 値は個体によつて可なり著しく相異するが，pH３．８では平均１０～２０分で搏動を停止する。尚 HCl に依る pH の低下は心臓の拡張性停止を一時来たし，其の後除々に収縮性停止になる。尚 HCl に依る pH の変化を受けた心臓が，除々にその活動力を低下して行く状態，及びこれが再び普通海水中に戻された場合，正常な状態に回復する例を第１０，１１図に示した。

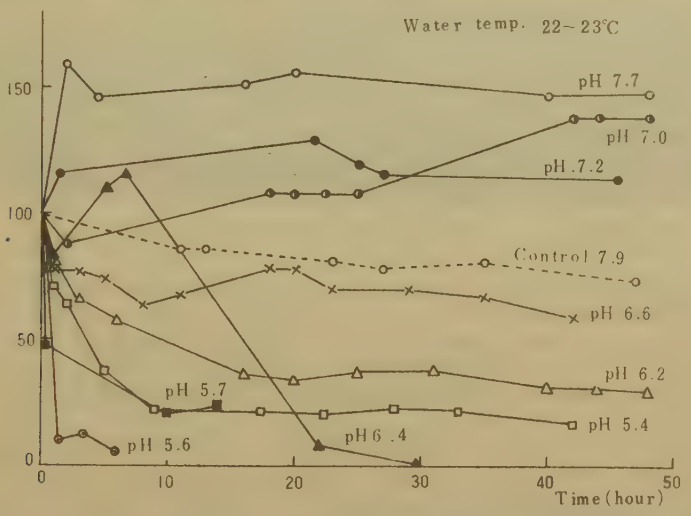


Fig. 8. Showing heart beats of pearl oyster affected by respective values of pH. The ordinate represents the relative works (%) done by the heart beats (number of beats per minutex amplitude of contraction).

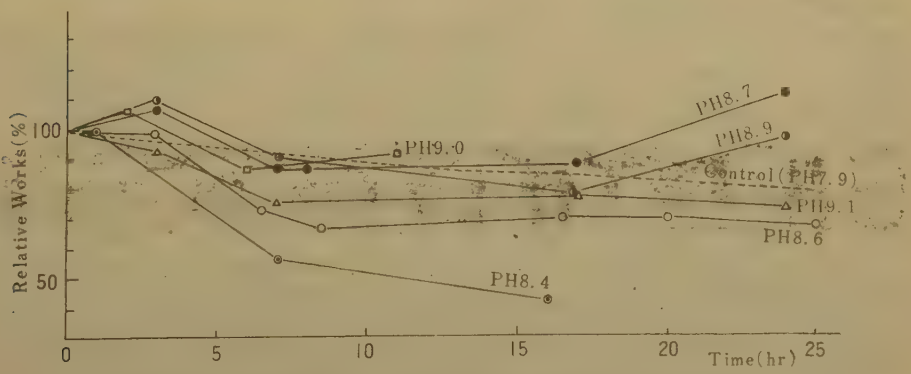


Fig. 9. Showing the effects of pH on the heart beats of pearl oyster.

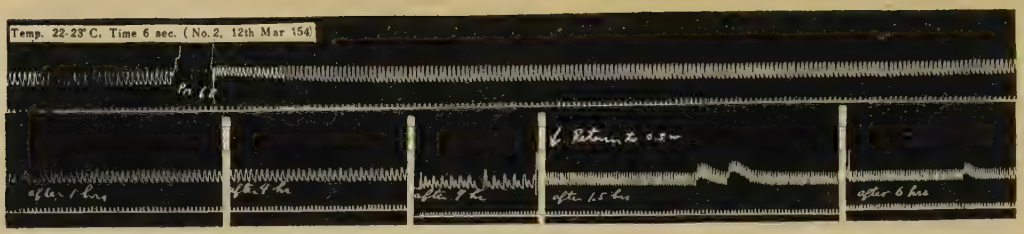


Fig. 10. Showing the effects of pH on the heart beats of pearl oyster, and the recovery of the affected heart beat in ordinary sea water.

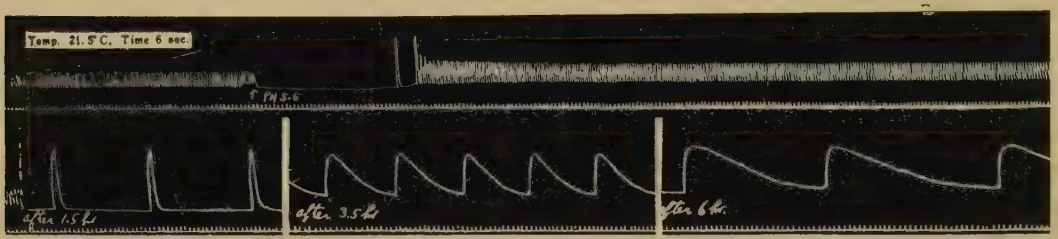


Fig. 11. Showing the effects of pH on the heart beats of pearl oyster

Table 5. Heart beat affected by lowering of pH and recovery in ordinary sea water.

pH	Time of immersion (hr.)	Before immersion		Recovery after 12 hrs. in o. s. w.		
		Freq.	Ampli.	Freq.	Ampli.	Relative work % (work before immersion = 100)
6.8	21	11.5	5.0	14.2	4.5	111.0
5.4	24	16.0	12.2	9.1	7.2	33.6
3.8	2.5	18.6	13.8	9.6	4.1	15.3

Notes : Freq., Number of heart beat per minute.
Ampli., Amplitude of contraction (mm).
o. s. w., Ordinary sea water.

III. 稀釈海水の影響

海水（$\sigma_{15}=1.02450$）を蒸溜水で９０%，８０%……３０%の割合に稀釈して pH の場合と同様にして摘出心臓に作用させた。心臓のなす仕事量を前と同様に算出して普通海水中に対する比（%）で表わした。実験は１９５３年２～３月に於いて，２０～２１°C 又は１８～１９°C の恒温槽中で行つた。尙次に示す実験値はすべて２～３個体の平均値である。

実験は普通海水から直ちに夫々の稀釈海水に急激に移した場合と，普通海水から９０%，８０%……と順次１０%づゝ４～５時間の間隔で下げていつた場合，即ち除々に作用させた場合とを行つた。前者の場合には後者との比較のため，被検液作用後４時間目の値で仕事量を算出して図示した（第１２図）。即ち何れも８０%の稀釈で最大の仕事量を示し，急激に作用させた時は７０%稀釈より，除々に作用させた時は５０%稀釈より心臓の活動力の著しい低下が見られる。搏動停止の限界は除々に作用させた場合は３０%であるが，４０%でも１時間で停止するものがあつた。又急激に稀釈海水を作用させた時の仕事量低下の時間的変化は，

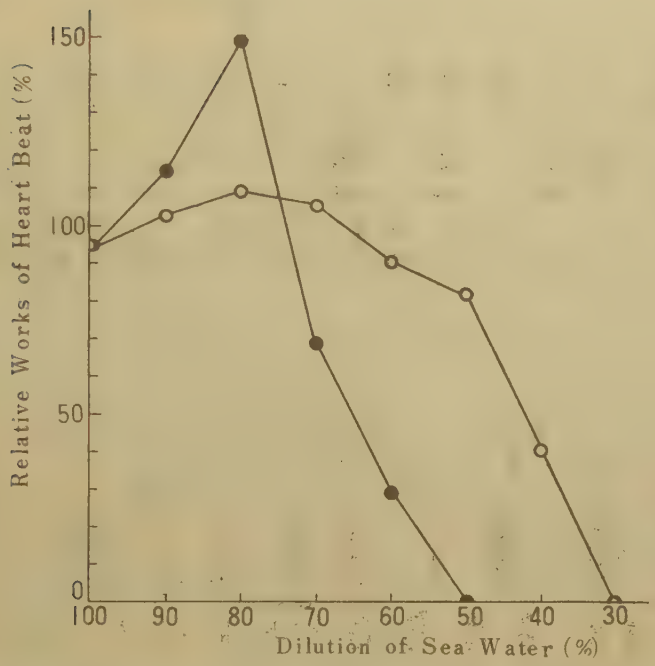


Fig. 12. Showing the effects of dilute sea water on the heart beats of pearl oyster; ●, the heart was immediately transferred from the ordinary sea water to respective dilute sea water; ○, dilution of the medium was continued with a rate of 10% per 4 hours. The relative works for 100% sea water represent the values of control experiments. The ordinate represents the relative works (%) done by the heart beats (number of the heart beats per minute X amplitude of contraction).

第１３図に示す様に，８０％以上の稀釈では２０時間以後に著しく影響が現われている。

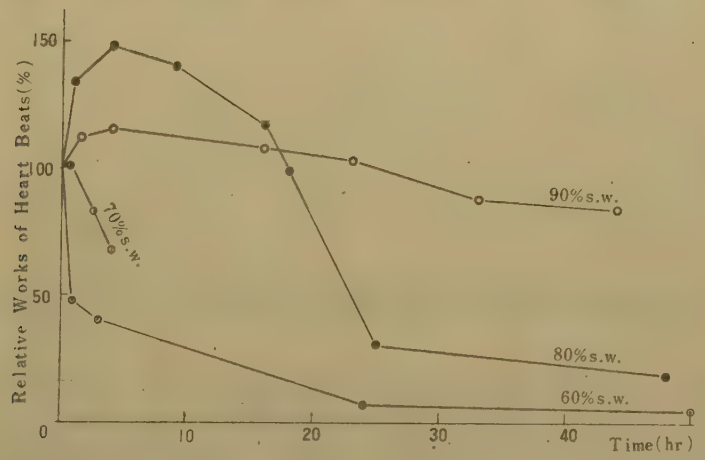


Fig. 13. Showing heart beats affected by the dilute sea water. The ordinate represents the relative works (%) done by the heart beat (number of beats per minute X amplitude of contraction).

搏動が停止する稀釈海水中に心臓を一定時間保つた後，普通海水中に戻した場合の恢復状況は第６表に示した。これに依ると２４時間，搏動を停止させる稀釈海水中に入れておいても，

尙被刺戟性は失はれず，従つて普通海水中に戻した場合にはそれほど著しい仕事量の低下が見られないまでに恢復した。

Table 6. Recovery of heart beat of the pearl oyster affected by diluted sea water in ordinary sea water.

No. of exp.		Ordinary sea water	Diluted sea water: Dilution rate of sea water (%)	Diluted sea water: Time to cease the heart beats (hr.)	Diluted sea water: Time of submergence (hr.)	Recovery in ordinary sea water. Time after removed in ordinary sea water : (hr.) 2	3	4	5	8	15	20	32	35	65	Water (°C) temperature
1	No. of beat.	6.5	30	1	2		1.4	1.4		2.8		2.0				15—18
	Amplitude.	17.0					32.0	32.0		25.1		22.7				
	Work.	110.5					44.8	44.8		70.3		45.4				
	Relative work.(%)	100.0					40.5	40.5		63.6		41.0				
2	No. of beat.	13.6	30	1/8	3	16.5					10.6					16—20
	Amplitvde.	8.0				9.2					6.1					
	Work.	108.8				151.8					64.7					
	Relative work.(%)	100.0				139.5					59.5					
3	No. of beat.	11.5	40	1/6	3						7.8	6.5	2.2	5.0		16—21
	Amplitvde.	4.8									—	4.1	4.1	4.1		
	Work.	55.2									—	26.7	9.0	20.5		
	Relative work.(%)	100.0									—	48.4	16.3	37.1		
4	No. of beat.	11.0	40	1/6	5		11.3		11.0			9.0			8.4	16—21
	Amplitvde.	7.0					8.1		7.8			8.8			2.8	
	Work.	77.0					91.5		85.8			79.2			23.5	
	Relative work.(%)	100.0					118.8		111.4			102.9			30.5	
5	No. of beat.	14.0	50	1/8	24						14.0					16—21
	Amplitvde.	5.0									4.0					
	Work.	70.0									56.0					
	Relative work.(%)	100.0									80.0					
6	No. of beat.	14.0	30	-	1/3	20.0				16.3						15—18
	Amplitvde.	7.0				8.5				8.3						
	Work.	98.0				170.0				132.8						
	Relative work.(%)	100.0				173.4				135.5						

Notes : (f), Number of heart beat per minute.　A, Amplitude of contraction (mm).

考　　察

アコヤガイの心臓搏動は介の生活力を支配する重要な生理的要因の一つに考えられるから，これに種々の環境条件を与えた際の影響を調べることは，勿論心臓搏動が介1個体の反応を表わすものではないが，アコヤガイの環境変化に対する抵抗性を論ずるに当り，介の生活条件に有力な基礎を与えるものと思う。

先ず温度に対する反応に於いて，1分間の心搏数を Arrhenius の式で考察すると，10～11°C 附近に臨界点を有する夫々2つの直線的関係が得られた事は，Crozier が臨界温度で細胞内の酵素化学的変化が生じることを示すと唱えている故に，この温度で心臓搏動が生理的に或る規制を受けると解釈し得ると考えられる。この事は更に心搏の律動性がこれらの温度で乱れて，不規則な搏動に移行することや，8月の実験で 12°C 附近で突然搏動の停止すること（第3，4図）などから考え合せて，これらの温度で心臓の刺戟伝導系の一部に機能的障害が生じるとも考えられる。尚第5図に示されている様に，各季節別の温度に対する反応が略々平行的関係にあることは，搏動の pace maker が季節に左右されないでアコヤガイに固有の温度係数で支配されていると思う。これは更に第3表に示した Q_{10} の値が夏期では平均3.4で少しく大きいが，其の他の時期では平均3.2であることからも判る。尚 Q_{10} の値は低温程大きくなり，計算の温度範囲によつて一定せず，一つの反応系列の温度係数を明瞭に示さない。これに対して Arrhenius の式によつて導き出された μ の値の方が，これを明らかに示すので（第1，2表），温度に対するアコヤガイの心臓搏動を表わすのは Arrhenius の式の方が適当であると考えられる。又 μ や Q_{10} の値がカキなどで観察された値より非常に大きいが，これはアコヤガイに於ける酸化還元反応が著しい事，即ち生体の活動力が大きいことを示すものと思われる。

同一温度に対する平均心搏数の差異は季節的変化として理解されるが，12月の平均心搏数と8月のそれとは著しい差異がないのは，冬期常温が低いので，一度搏動停止の温度まで下げ，それから上昇させて行つた場合の測定であるから，第6図の結果により考察すると冬期の測定値が実際より大きい値を示すことによるのかも知れない。これに対して8月の平均心搏数が5月のそれに較べて少いことは，臼杵[13]のカキの鰓の繊毛運動の活動性が，放卵期である秋期に著しく減少するという報告から推察して，繊毛運動と同様な週期運動である心臓の搏動も恐らく生殖作用と関係して，生体活動力の低下への過程を意味しているのではないだろうか。残念乍ら秋期の資料がないので詳細は不明であるが，此の点今後よく調べたいと思つている。第4図では5，8月の実験は夫々常温から下降させたのみで，温度の上昇は行つてないが此の図から推察して，アコヤガイは周囲の条件に常に介自身を adapt させていて，季節的温度変化に対して一種の適応性をもつている様で，心臓の活動性や抵抗性にも季節的変化が存在すると考えられないだろうか。

心臓の搏動数の測定値には著しい変異があることは，その標準偏差並びに変異係数でも判るが（第2表），下泉[9]が「カエルの心搏数及び呼吸数と温度」の研究に於いて，安定な温度下では変異係数が小になることを述べているが，本実験でもアコヤガイの繊毛運動[6]や貝殻の開閉運動[15]の研究から推定した最適温度である24°Cに於いて，夏期に於ける測定値の変異係数が最小値を示した事は甚だ興味深いことである。然し12月，5月の実験では変異係数は8月の場合より著しく小さく，温度との明瞭な相関は見られなかつた。

第6図に示されている様に低温で搏動を停止した心臓は，温度の上昇に依つて搏動を回復す

る温度が，停止の温度より 1～2°C 高い。この事はアコヤガイの冬眠から醒める温度が冬眠に入る温度より1～2°C高い事[4]と関係がある様に思う。

心臓を 6～7°C に冷却して寒冷作用を見た場合，第4表に示す様に２４時間の冷却で搏動が恢復しなかつた事は，繊毛運動の結果と同様で，この温度に於ける心臓の被刺戟性や自働能を消滅せしめる時間であると思われる。この事は又，アコヤガイを冬期の室温（５～７°C）に２４時間放置した場合に斃死率が最大になる報告[5]と一致する。尚冷却時間の増加によつて心臓仕事量の恢復には著しい減少が見られないが，２４時間の冷却で突然恢復能力が低下するのは如何なる理由によるのか判らない。

次に心臓の搏動に及ぼす pH の影響については，pH を変えた直後は搏動に著しい遅速が認められたので，５０時間以上持続的に作用させてその変化を観察した。第8図に依れば，pH 7.0以上では対照実験に較べてすべて仕事量が増加している。これは恐らく pH の僅かの変動が刺戟となつて心臓を興奮させたものと考えられるが，その詳細は判らない。pH 6.4 以下では著しく影響を受け１０～２０時間後には仕事量は３０％以下に低下，或は搏動が停止している。このことは pH 5.4 以下のものでは搏動停止後普通海水中に戻した場合，仕事量が対照実験の場しか恢復しない事（第5表）と併せ考えて，pH 6.4 以下はアコヤガイの心搏に不適当な pH 値と思われる。又塩酸による pH の心搏停止は先ず拡張性停止にさせ，その後除々に収縮性停止を起させたが，これは pH の低下で搏動が除々に緩慢になること（第１０図）と共に，塩酸の滲透が除々に行われることを示すと思われる。尚これらの結果は HCl で pH を調整した場合の結果で，小久保等がカキの心臓で調べている様に[3]他の酸を使用した場合とは勿論異るだろう。

心臓搏動に及ぼす稀釈海水の影響について得られた結果は川本の報告[2]と較べると遙かに高い稀釈濃度で，既に搏動に影響を受けている。これは同氏の使用した普通海水の塩分濃度が $\sigma_{15}=1.0106$ という非常に稀薄であつたことによると思われる。従つて本実験の結果を同氏の結果と合せて考察すると，介体は棲息地の海水に常に順応していて，搏動停止の海水の濃度も絶対的なものでなく，介体が実験前に置かれていた環境に左右される。即ち acclimatization が存在すると思う。依つて著者は海水の濃度を表わすのに比重を用いず，稀釈の％で表わした所似である。尚第１２図の除々に稀釈した場合は，時間の影響の累積が低濃度程大きく考えられるが，対照実験との比較によつて，この累積の影響は省略出来ると思う。又稀釈効果の累積によつて低濃度程多少，稀釈に対する抵抗が生じていると思われるがこれは考慮しなかつた。除々に稀釈海水を作用させた場合，７０％迄の稀釈濃度では却つて仕事量が増加しているが，これは低滲透圧が刺戟となつて心臓を興奮させた為で，イオン均衡が破れて，搏動に必要な重要イオンが不足したことによるのではない様である（小林・未発表）。

尚稀釈海水を急激に作用させた時の仕事量の変化の時間的経過は，第１３図の様に８０％稀釈以下では，２４時間後には夫々３０％以下に低下しているから，作用時間が長期に亘る時は該濃度以下はアコヤガイの生活に不適な濃度であると考えられる。然し，３０～４０％で搏動の停止したものでも２４時間の後に，これを普通海水中に戻せば，本実験の時間内（摘出心臓の生存時間内）に搏動を恢復している点から（第6表），アコヤガイの致死限界濃度としてはやはり搏動停止の濃度とするのが適当であろう。

摘　　要

1） アコヤガイの摘出心臓の搏動に及ぼす温度，pH，稀釈海水の影響を懸垂法に依り，キモグラフイオンに描画して調べた。そして心臓搏動を生活力表現の一つの指標として，アコヤガイの生活適範囲を推定した。

2） 心搏数と温度との関係を各季節別に Arrhenius の式によつて考究し，温度特性値 μ 及び Q_{10} を求めた（第1，2，3表）。

3） 各温度別に心搏数の標準偏差及び変異係数を求めた。最適温度に於いて変異係数が小になる下泉の結果は，夏季の実験に於けるアコヤガイの心臓搏動によく適合した。

4） 心搏の停止温度及び律動性の規則正しさが消失する温度から（第4図），アコヤガイの温度に対する抵抗力に季節的変化が認められる。従つて此等の温度及び Arrhenius の式で考察した温度から，アコヤガイの生活適温は1年を通じて12°C附近より24°C附近までと推定される。

5） 心搏に及ぼす pH の影響は，心臓のなす仕事量（1分間の搏動数×振幅）の50時間以上の観測から，pH が低下した場合は pH 6.4 以下より著しく影響を受ける。pH が増大した場合は対照に比して著しい変化は認められない。

6） 心搏に及ぼす稀釈海水の影響は，稀釈液を急激に作用させた場合は50%稀釈で，除々に作用させた場合は30%稀釈で搏動を停止させる。これより該濃度をアコヤガイの致死限界濃度であると推定した。この結果は川本（'53）の報告と稍々異るが，これは介が実験前に馴らされていた環境条件によるものと思う。

終りに臨み，本文の御懇篤な校訂を賜つた三重県立大学川本信之教授に感謝の意を表すると共に，本研究に当つて終始御援助下さつた日本真珠研究所々長松井佳一博士及び本所松井魁教授に深謝する。尚材料を供給下さつた山口県外海水産試験場々長市村要氏に厚く御礼申し上げる。

参 考 文 献

1） 畑井新喜司：1931. 牡蠣の生理. 岩波講座，生物学，18回配本，岩波書店，

2） KAWAMOTO, N. Y. and E. MOTOKI : 1954. Influence of Diluted Sea Water on the Pearl Oyster. Report of the Faculty of Fisheries, Prefectural University of Mie. 1 (3), 346—354.

3） KOKUBO, Seiji, Tadashi TAMURA and Kin HOJIK : 1934. The effect of the PH on the heart beat of the oyster as determined by different kinds of acid and alkali. Journal of Fisheries, No. 37, 1—34.

4） 小林新二郎・東畑正敬：1949. アコヤガイの冬期に於ける生活力に就いて.（1）及（2）. 日水誌，14 (4), 196—202.

5） 小林新二郎：1950. アコヤガイを冬期室温に曝した場合の斃死率に就いて. 真珠の研究（富士真珠K.K.），1 (2), 8—9.

6） 小林　博・松井淳平：1953. アコヤガイの環境変化に対する抵抗性の研究，（1） 鰓の繊毛運動に就いて. 農水講研報，3 (2), 123—131.

7） MATSUI, K. : 1941. Stimulative effect of temperature on the heart beat in the oyster,

Osteria circumpicta. Science Reports of the TOKYO BUNRIKA DAIGAKU, Sec. B, **5** (86), 297—312.

8) NOMURA, S. : 1950. Energetics of the heart muscle of the oyster, work performed and oxygen consumption. Sci. Rep. of the TOHOKU Univ. (Biol.) 18, 280—286.

9) 沢野英四郎：1950. 真珠貝の池中養殖法の研究. 水産研究会報, **3**,48—57.

10) 下泉重吉：1953. ニホンアマガエル Hyla arborea japonica の活動性と温度との関係. 第24回日本動物学会大会講演.

11) TAKATSUKI, S. : 1927. Physiological studies on the rhythmical heart pulsation in the oyster, Ostrea circumpicta Pils. Sci. Rep. of the Tohoku Imp. Univ. (Biol.) **2** (3), 301—324.

12) 高槻俊一：1949. 牡蠣. 技報堂, 東京.

13) TOMITA, G. : 1933. Titration of sea water with HCI, and the importance of controlling the CO_2 tention of acidified sea water. Jour. of the Shanghai Sci. Inst., Sec. IV, **1** (2), 19—28.

14) 臼杵格：1953. カキの鰓に於ける繊毛活動性の季節的変化. 第24回日本動物学会大会講演.

15) 八木誠政・蒲生俊与：1942. 温度と生物. 養賢堂, 東京.

アコヤガイの環境変化に対する抵抗性の研究

(3) 衝撃に対する介殻の強さ※

小　林　博

Studies on Resisting Power of the Pearl Oyster, *Pteria* (*Pinctada*) *martensii* (DUNKER), against Changes of Environment.
(3) On Strength of the Shell against Mechanical Shock.

By
Hiroshi KOBAYASHI

Strength of shell of the pearl oyster against mechanical shock in relation to growth of the oyster has been investigated with a view to contribute safety in transporting the oyster. Limmiting force destroying the shell was measured by momentum of lead poise which falls through a glass tubing erected vertically above the shell. Relation between momentum of the falling poise and the shell height or shell thickness is fitted by sigmoid curves (Figs. 1&4). Strength of the shell increases suddenly, as the shell height attains over 5.0—6.0cm. Thus it is inferred that the shells which are smaller than these sizes, are not suitable for transportation. Ca contained in the shell is nearly definite irrespective of growth of the shell. Therefore, increase of strength of the shell in proportion to growth is due to the shell thickness only, but not to amount of Ca contained in the shell.

緒　言

最近真珠養殖場に於ける真珠母介の不足のために，各地からアコヤガイの陸送が行はれている。この運搬中に若し介殻が破損して斃死すると容易に腐敗し，他の健全な介の斃死をはやめ，或は活力を減退せしめると考えられる。従つてアコヤガイの介殻が外部からの機械的障害によつて破損する状態を調べることは，たとえそれが我々の想像している様に非常に強靱なものであつても，介の輸送に対して一つの考察を与えるものと思う。この問題については，既に倉茂（1944）[2] がアサリに就いて実験しているが，アコヤガイの養殖と輸送について適正条件を求めている著者は，環境変化に対する抵抗性の研究の一部として本実験を行い，二三の知見を得たので報告する。尚，機械的障害としては通常，衝撃と静荷重が考えられるが，本実験では衝撃のみについて行つた。又介殻中の Ca 量の分析を併せ行つて，介の大きさと介殻の破損限界衝撃量との関係について考察した。

材料及び実験

実験に使用したアコヤガイ *Pteria* (*Pinctada*) *martensii* (DUNKER) は1951年8月

※ 水産講習所研究業績　第122号，日本真珠研究所報告　第40号。

山口県仙崎湾で採集し，約1週間下関市吉見海岸で飼育したものである。Ca の分析に使用した介殻は同時に採集し，介殻のみを風乾し保存していたもので分析時には採集後2ケ年を経過していた。

実験1．介の大きさと介殻の破損限界衝撃量

実験方法は倉茂がアサリについて行つた方法に準じた。即ち装置は内径2．2cm，長さ約1mの硝子管をスタンドで垂直に保持したもので，その中を上部に絲のついた第1表に示す夫々の重量の鉛製重錘が自由に降下出来る様にした。ガラス管の直下には厚さ4cm の木板を置き，その表面中央部に，介を置いた時安定する様凹所をくり抜いた。種々の高さから重錘を落下させて，介殻を破損させるのであるが，落下させた重錘は常に介の左殻の凸部にあたる様にし，衝撃を与えた時介殻にヒビが入つた程度で既に破損限界量とした。衝撃の強さは，次の式を用いて落下重錘の運動量で表わした。

$$\text{運動量 } M = mv \qquad (C.\ G.\ S.)$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

$\begin{cases} m & \text{落下重錘の重量} \\ g & \text{重力の加速度} \\ h & \text{重錘落下の高度} \end{cases}$

測定方法は介を第1表に示す様に殻高に依つて9つの階級に分け，各階級毎に大体同じ位の大きさの介10個を準備した。そして各組毎に体重，排水量を測定してその1個当りの平均値を求めておき，殻高は各々の個体毎に測定して置いた。この介に上述の装置で1個づゝ衝撃を

Table 1. Showing relations between general properties of the pearl oyster and momentum of the falling poise, which destroy the shell of the oyster.

Division	Range of shell height	Average per one individual: shell height (cm)	Oyster weight (gr)	Oyster displacement (cc)	Projective area of left shell (cm^2)	Weight of left shell (gr)	Thickness of shell (gr/cm^2)	Weight of falling poise (gr)	Height of falling (cm)	Accelerative velocity of falling poise (dyne)	Momentum of falling poise $\times 10^4$ (C.G.S.)
(1)	7,0	7.6	54.0	32.5	28.0	15.9	0.57	330	63.5	350	11.55
(2)	6.0—7.0	6.6	37.5	21.9	21.2	10.3	0.49	330	57.0	330	10.89
(3)	5.5—6.0	5.8	26.6	16.0	17.0	6.7	0.39	210	59.6	340	7.14
(4)	5.0—5.5	5.4	20.6	11.3	14.7	5.9	0.40	210	48.3	310	6.51
(5)	4.0—5.0	4.8	14.5	8.0	11.0	3.9	0.35	100	64.8	360	3.60
(6)	3.5—4.0	3.9	6.0	3.0	7.4	1.3	0.17	104	40.4	280	2.80
(7)	3.0—3.5	3.4	4.7	3.2	5.3	1.2	0.23	104	29.9	240	2.50
(8)	2.0—3.0	2.8	3.4	1.7	3.5	0.7	0.20	60	37.7	270	1.62
(9)	2.0	1.9	0.8	0.6	2.3	0.2	0.09	60	23.6	220	1.32

与え，介殻破損限界衝撃量を算出した。介殻の厚さは介殻が均質であると仮定し，介殻の重量を介殻の投写面積で割つた商で表わした。投写面積は縁辺を除いた介殻をトレーシングペーパーの上に載せて写し，その面積をプラニメーターで測定したものである。

実験結果は第1表，第1～4図に示す通りで，第1図には殻高と運動量との関係を全実験値

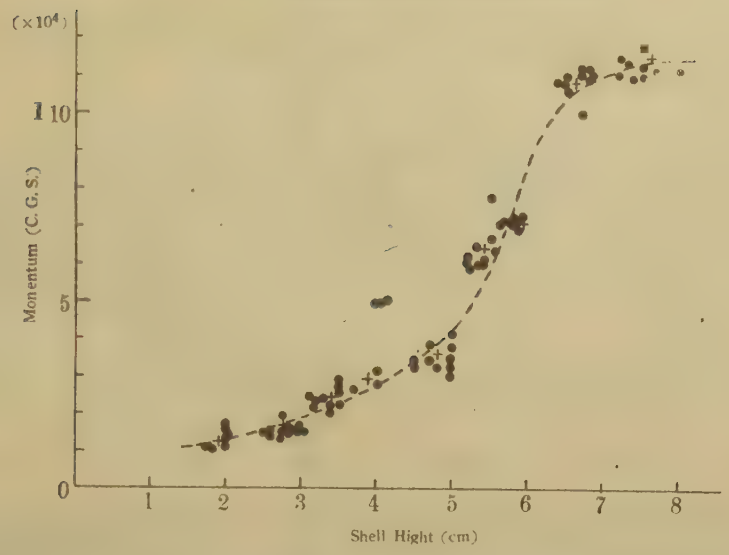


Fig. 1. Showing relation between the shell height and momentum (C.G.S.) of the falling poise, which destroies the shell of the pearl oyster.

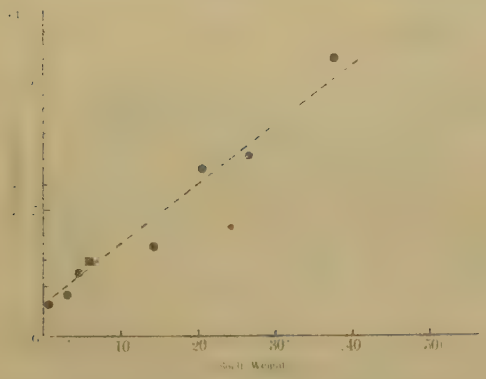


Fig. 2. Showing relation between shell weight and momentum of the falling poise.

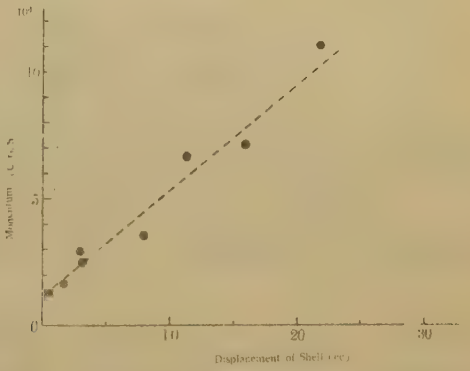


Fig. 3. Showing relation between shell displacement and momentum of the falling poise.

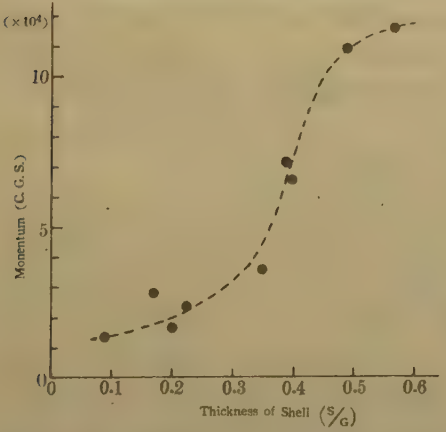


Fig. 4. Showing relation between shell thickness and momentum of the falling poise.

について示した。殻高及び殻の厚さと運動量とは Sigmoid 曲線で表わされる関係にある。然し体重及び排水量と運動量との関係は略々直線的で，殻高 6 cm 以上になつて運動量は略々一定の様である。

実験 2．介殻の Ca 量

実験 1 の様に介の成長に伴つて衝撃に対する介殻の強さが増加するのは，介殻中の Ca 量に変化があるのではないかと思われたので，介の大きさと介殻の Ca 含有量との関係を調べた。分析は醋酸酸性法[4] によつて重量分析を行い CaO の形で求めた数値（%）で示した（第 2 表）。結果はこ

れより明らかな様に，介の大きさに従つて強熱減量及び CaO 量には変化が認められず，大体一定の値が得られた。

Table 2. Calcium quantity (CaO%) contained in the shell of the pearl oyster.

Division	Range of shell height	Shell height in average	Shell weight in average	Loss of ignition (%)	Ca quantity (CaO%)
(1)	8	8.3	36.1	45.42	51.77
(2)	7—8	7.7	28.1	45.40	51.24
(3)	6—7	6.7	20.8	45.66	50.99
(4)	5—6	5.7	11.7	45.24	51.58
(5)	4—5	4.7	6.4	45.74	51.22
(6)	3—4	3.4	2.0	45.54	51.25
(7)	2—3	2.7	1.2	45.49	51.05
(8)	2	1.7	0.2	45.56	51.60

考　察

アコヤガイの介殻の再生力は，殻の周辺では可成り強いが，殻の中央部ではそれ程強くない様である[3]。従つて衝撃によつて介殻が破損された介は，ヒトデなどの害敵の攻撃，又は水温，比重などの環境要因の変化の急激な影響を蒙ることが想像される。それで介体の保護としての役割をもつ介殻について，その破損限界衝撃量を知ることは大切な事と考えられる。

著者の行つた実験は物理学的考慮は別として，介の衝撃に対する一つの反応として取りあげたものだから，求めた運動量は勿論絶対的なものではないが，相対的なものは表わしていると思う。又アコヤガイではアサリに較べて約１０倍程度強靱であるが，殻の表面の粗密によつて殻の破損状態が異ることも注意せねばならない。然し殻の破損限界衝撃量と介の大きさとの関係が Sigmoid 曲線で示されることは，衝撃に対する介殻の強さの増加が，介の小さい間は少いが，介が或る程度大きくなると急激に増加し，更に大きくなりきつてしまうと介殻破損限界衝撃量は略一定する事を意味している。倉茂は衝撃量と殻長，殻高などとの関係には説明を与えていないが，同氏の測定結果を示した表から，この関係を図示すると第５図の様になり，衝撃量と殻長，殻高との関係は直線的となり本実験の結果とは異つている。然し生物の成長に関係のある多くの現象が Sigmoid 曲線で示される事と関連して，著者の結果の方が現象の解釈に，より妥当性があると思う。又介の体重及び排水量と衝撃量との関係も倉茂のそれとは異り，殻高 6 cm 以下では直線的になつたが，これと前者との関係は分らない。

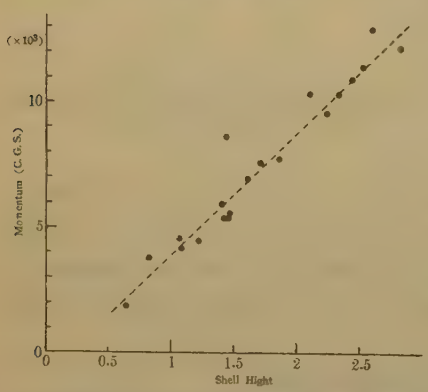


Fig. 5. Showing relation between shell height and momentum of the falling poise in *Tapes philippinarum*. (From KURASHIGE'S data)

又介殻中の単位重量中のCa量は BIEDERMAN[1] の結果と異り，成長に伴つて変化しないと認められるから（実験２），介の成長に伴つて介殻の破損限界衝撃量が増加するのは，Ca の含有率に変化があるのでなく，単に介殻の厚さが増加するのみに依るのであろう。従つて介殻の厚さは介の成長（殻高）と比例するから，第４図に示される様に介が大きくなるにつれて，介殻が強くなる関係が Sigmoid 曲線で表わされる事が一層良く理解される。尚介の輸送にあたつてはこの Sigmoid 曲線の変曲点に相当する大きさである，殻高

5．0～6．0cmを過ぎてから行えば，介殻の受ける障害は可成り少いものと思われる。

摘　　要

1） アコヤガイ介殻に重錘を落下させて介殻破損の限界衝撃量を求め，この衝撃の強さを落下重錘の運動量で表わして，介の成長に伴う介殻の強さを調べた。

2） 殻高及び殻厚と衝撃の強さとの関係は Sigmoid 曲線で表わされ，重量及び排水量と衝撃の強さとの関係は殻高6．0～7．0cm の大いさまでは直線的である。此等の結果は倉茂がアサリについて求めた結果と異る。

3） 介殻中の Ca 量は成長に伴つて変化しない。

4） 成長に伴つて衝撃に対する介殻の抵抗性が強くなるのは，介殻中の Ca 量が増加するためでなく，単に殻の厚さの増加による。

5） 輸送にあたつては殻高6．0～7．0cm以上から行えば，機械的障害による損失は少い。

終りに当り，実験を御手伝い下さつた松井淳平氏に厚く御礼申し上げる。又本研究を御援助下さつた松井魁教授，日本真珠研究所長松井佳一博士，並びに山口県外海水試，市村要場長に深謝申し上げる。

参　考　文　献

1） 大谷武夫・富士川潔：1934．水産化学，軟体動物の化学．123—127,厚生閣，東京．

2） 倉茂英次郎：1944．衝撃に対する朝鮮産アサリの抵抗性．水産学会報，**9**（2～4），153—160．

3） 小林新二郎：1951．アコヤガイに於ける再生試験から見た介殻形成力の匂配と年変化．真珠の研究（富士真珠 K.K.），**2**（1～2），2—6．

4） 東大・農・農芸化学教室編：1952．実験農芸化学　上巻．9—10，朝倉書店，東京．

昭和30年2月25日 印刷　下関市吉見永田本町1944番地
昭和30年2月25日 発行　農林省水産講習所
（非売品）
下関市長崎町2281番地
印刷所　瞬報社写真印刷株式会社
印刷者　藤田永之進